

CUPRINS

1 GENERALITĂȚI.....	4
2. MATERII PRIME FOLOSITE LA FABRICAREA BERII	6
2.1 Orzul	6
2.2 Hameiul.....	11
2.3 Apa.....	19
2.4. Înlocuitori de malț.....	22
3. FABRICAREA MUSTULUI DE BERE	24
3.1 Pretratarea malțului	25
3.2 Măcinarea malțului.....	26
3.2.1 Morile cu valțuri pentru măcinare uscată	26
3.2.2 Măcinarea uscată cu condiționarea prealabilă a malțului.....	27
3.2.3. Măcinarea umedă a malțului	28
3.2.4. Morile cu ciocane.....	30
3.2.5. Morile prin impact.....	30
4 PLĂMĂDIREA ȘI ZAHARIFICAREA PLĂMEZII (BRASAJUL).....	32
4.1 Generalități.....	32
4.2 Tubul de preplămădire	34
4.3 Cazanul de plămădire.....	34
4.4 Cazanul de fiert cereale nemaltificate	40
5. FILTRAREA MUSTULUI DE BERE.....	42
5.1 Cazanul de filtrare	43
5.2 Agregatul strainmaster	48
5.3 Filtru cu rame	48
5.4 Filtrul de plămădă 2001	50
5.5 Filtrul rotativ sub vid.....	51
5.6 Instalația Pablo.....	52
6. FIERBEREA MUSTULUI CU HAMEI.....	53
6.1 Fierberea convențională a mustului.....	53
6.2 Fierberea mustului la presiuni joase	59
6.3 Fierberea mustului la presiuni ridicate	61
6.4 Metode de reducere a consumului de energie la fierbere	62
6.4.1 Condensatorul recuperator de căldură.....	62
6.4.2 Recuperarea energiei prin compresia vaporilor.....	63
6.5 Instalațiile de fierbere continuă a mustului	64
6.6 Electromagnetul pentru borhotul de hamei	70
6.8 Răcirea și limpezirea mustului	71
6.8.1 Separarea trubului la cald.....	71
6.8.3 Limpezirea la rece a mustului	79
6.8.4 Aerarea mustului	79
7. FERMENTAREA MUSTULUI DE BERE	81
7.1 Fermentarea primară	82
7.1.1 Linul de fermentare	83
7.1.2 Tancurile de fermentare	85
7.2 Fermentarea secundară.....	86
7.3 Recipientele de mare capacitate utilizate la fermentarea berii	87
7.4 Dispozitivul de reglare a presiunii	90
7.5 Fermentarea continuă a berii.....	91
7.6 Calculul capacității și numărului vaselor	93
de fermentare.....	93
7.7 Purificarea și recuperarea drojdiei.....	95
7.7.1 Instalația de culturi pure de drojdie.....	96
8. CAPTAREA, RECUPERAREA ȘI MANIPULAREA	98
9. LIMPEZIREA BERII	102
9.1 Materiale filtrante.....	102
9.2 Tipuri de filtre utilizate în industria berii	103
9.2.1 Filtrele aluvionare	104
9.2.2 Filtru cu masă.....	110
10. STABILIZAREA BERII.....	112

10.1. Tipuri de turbureli ale berii.....	112
10.2. Stabilizarea coloidală a berii	114
10.3. Stabilizarea biologică a berii	115
10.3.1. Pasteurizarea berii. Importanța și necesitatea pasteurizării	115
11. ÎMBUTELIEREA BERII.....	121
11.1 Berea finită.....	122
11.2 Instalații folosite la îmbutelierea berii.....	125
11.2.1 Depaletizarea și paletizarea navetelor	125
11.2.2 Scoaterea și introducerea buteliilor în navețe.....	126
11.2.3. Mașinile pentru spălat butelii de sticlă	128
11.2.4 Controlul buteliilor goale	129
11.2.5 Umplerea și închiderea buteliilor de sticlă	130
12. COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ.....	132
12.1. Introducere	132
12.2. Niveluri de comunicare	132
12.2.1. Modalități de comunicare.....	133
12.3. Schema comunicării	134
12.4. Bariere în comunicare	136
12.5. Tehnici de comunicare	137
12.5.1. Ascultarea activă	138
12.6. Comunicarea nonverbală.....	139
12.7. Munca în echipă	140
12.7.1. Stadiile unei echipe	141
12.7.2. Roluri în echipă	141
12.7.3. Medierea conflictelor	142
13. IGIENA ÎN UNITAȚILOR PENTRU FABRICAREA BERII.....	143
13.1. Proiectarea spațiului de producție și a instalațiilor pentru utilități	143
13.2. Igiena spațiilor.....	146
13.3. Combaterea dăunătorilor	147
13.4. Igiena personalului	147
14. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ	149
14.1. Generalități.....	149
14.2. Mijloace de muncă	149
14.2.1. Mijloace de muncă de mare complexitate	149
14.3. Locul de muncă	150
14.3.1. Etapele și principiile organizării ergonomice a locurilor de muncă în întreprinderi	150
14.3.2. Modalități de perfecționare a organizării ergonomice a locurilor de muncă	151
14.3.3. Metode de evaluare a organizării locurilor de munca	152
BIBLIOGRAFIE.....	153

1 GENERALITĂȚI

Fabricarea berii datează din timpuri imemorabile. Se presupune că acum 6000 ani î.e.n. în Babilon erau cunoscute 16 sortimente de bere. De aici tehnologia de producere a berii s-a răspândit în Egipt, Persia și în alte țări. Egiptenii preparau bere din orz cu 2000 ani î.e.n., tehnologia acesteia fiind preluată de etiopieni. Grecii au preluat de la egipteni tehnologia de preparare a berii din orz, numită **ziton** sau **vin de orz**. Romanii preparau o băutură din orz, grâu și din alte cereale și o numeau **vin de orz**. În sec. I î.e.n. în Alexandria se fabrica din orz berea aromatizată denumită **țitos**. Concomitent, berea s-a răspândit în Iberia, Tracia, Panonia, Galia, Germania.

De aproximativ 100 de ani fabricarea berii este urmărită în mod științific, însă până în prezent nu au fost clarificate toate fenomenele care se produc în acest proces. Din această cauză, tehnologia berii se bazează în parte pe cunoștințe științifice și parțial pe experiența practică.

Berea poate fi definită astfel: *o băutură răcoritoare, spumantă, puțin alcoolizată, de culoare blondă până la brună, cu aromă de hamei, gust amărui, preparată din malț de orz, hamei și apă sau o băutură care rezultă din obținerea unui extract diluat din cereale malțificate cu adaos de hamei sau o băutură obținută prin fermentare și nu prin distilare, pentru fabricarea căreia se folosește orz malțificat, hamei, drojdie și apă.*

Berea se deosebește de vin prin conținutul său mult mai redus în alcool și prin procentul ridicat de extract. Ea diferă de băuturile obișnuite mai ales prin spuma persistentă care se formează ca urmare a degajării abundente a bioxidului de carbon existent în bere.

Schema generală a procesului tehnologic de obținere a berii este prezentat în figura 1.1.

Fabricarea berii se desfășoară în trei faze principale după cum urmează:

1. Malțificarea. Germinarea orzului este denumită malțificare și necesită o perioadă de circa 12 zile (3 zile înmuiere, 8 zile germinare, 1 zi uscare). Luat ca atare, orzul nu conține extract fermentescibil. Prin germinarea orzului se formează enzimele necesare, care, în faza de plămădire zaharificare a malțului, acționează asupra amidonului. Astfel, în timpul plămădirii-zaharificării, sub acțiunea enzimelor, amidonul se transformă în cea mai mare parte în zahăr fermentescibil.

2. Brasajul. Orzul germinat și uscat (malțul) este măcinat și supus operațiunilor de plămădire (al face să fermenteze), zaharificare, filtrare și fierbere cu hamei. Prin plămădire și zaharificare, amidonul se solubilizează sub acțiunea enzimelor formate în timpul malțificării, obținându-se zahăr fermentescibil. După aceea prin filtrare se separă extractul (mustul) de părțile insolubile (borhot).

În continuare mustul este fiert cu hamei, care imprimă berii, amăreala și aroma specifică. După răcire, mustul este însămânțat cu drojdie.

La fabricarea malțului de bere, în afară de malț, se mai pot utiliza adaosuri de cereale nemalțificate (făină de orz, brizură de orez, făină de porumb sau zahăr).

3. Fermentarea. Mustul răcit este însămânțat cu drojdie, pentru transformarea zahărului fermentescibil pe care îl conține în alcool și bioxid de carbon. După circa 8 zile, fermentația principală este terminată.

Fermentația se produce la temperaturi joase (5...10 °C), în cazul utilizării drojdiei de fermentație inferioară care lucrează prin depunere, și al temperaturi mai ridicate (15...18 °C) în cazul mustului însămânțat cu drojdie de fermentație superioară, care în timpul procesului de fermentare se acumulează la suprafața berii.

După fermentarea principală, berea se supune maturării, operație care la sortimentele de bere realizate prin fermentare **de suprafață** este mai scurtă (câteva săptămâni), iar la sortimentele de bere obținute prin fermentare **de fund** este mai îndelungată (1...3 luni).

Maturarea berii are drept scop saturarea cu bioxid de carbon, limpezirea, obținerea aromei și a unui gust fin, specific, plăcut. După maturare, berea este filtrată și trasă în sticle și butoaie.

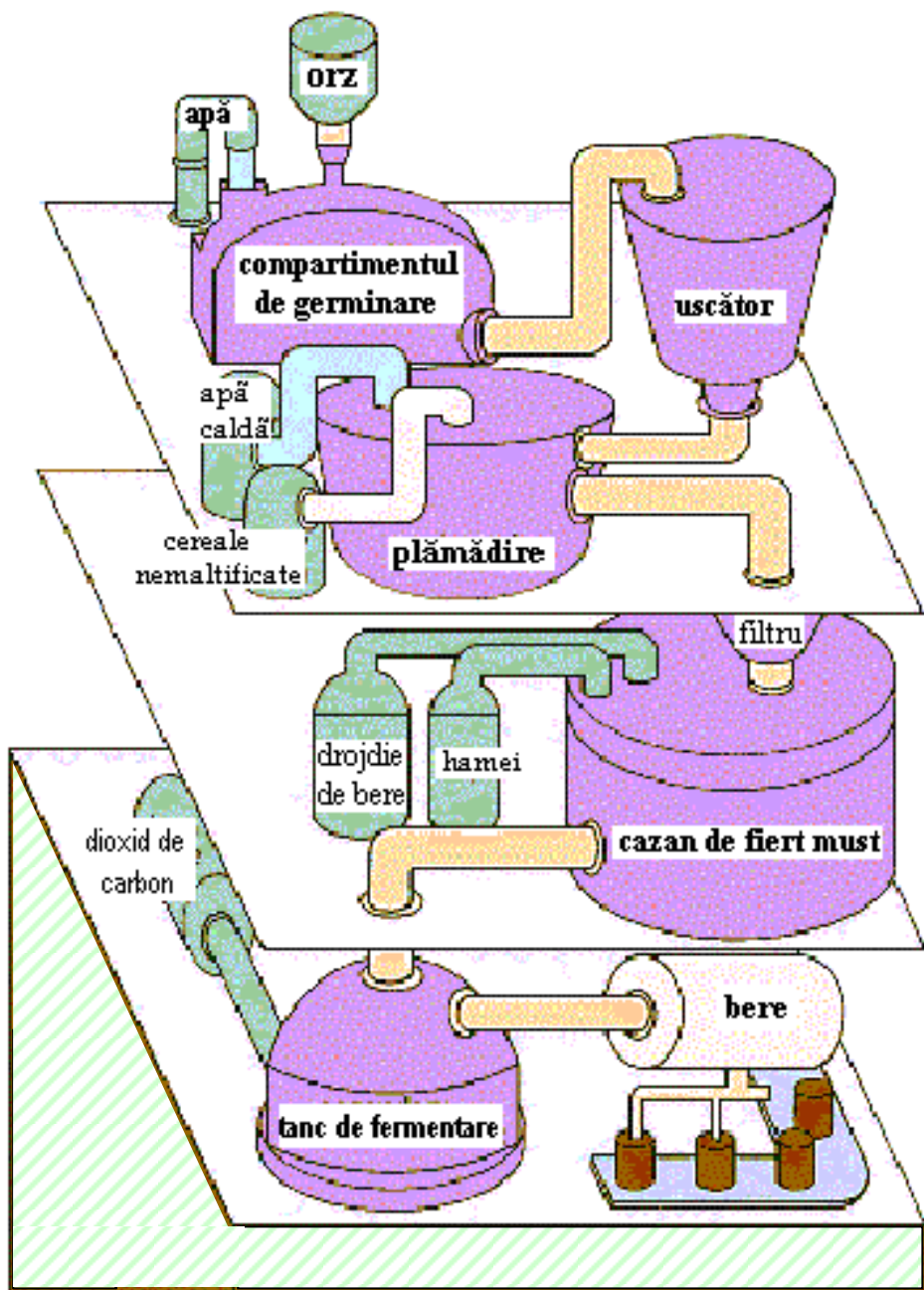


Fig. 1.1 Schema generală a procesului tehnologic de fabricare a berii..

2. MATERII PRIME FOLOSITE LA FABRICAREA BERII

2.1 Orzul

Orzul este materia primă de bază pentru fabricarea berii. Practic toate semințele de cereale s-ar putea malțifica, dar la fabricarea berii este preferat orzul din următoarele considerente:

- răspândirea lui în cultură, fiind a patra cereală cultivată în lume după grâu, orez și porumb;
- boabele de orz sunt acoperite cu un înveliș care protejează embrionul în timpul procesului de germinare, înveliș care este utilizat în formarea stratului filtrant în timpul separării substanțelor solubile;
- textura bobului de orz înmuiat este ceva mai tare decât a bobului de grâu sau secară și îi conferă acestuia o ușurință la manipulare, cu riscuri reduse de vătămare;
- orzul nu introduce în bere substanțe care să-i imprime acestuia gust sau miros neplăcut.

Cu dotarea tehnică actuală s-ar putea prelucra la fel de bine și cereale fără coajă, ca grâul și secara, dar este obișnuit astăzi să se considere că berea se fabrică în primul rând din orz.

Orzul face parte din clasa gramineelor și are două sau șase rânduri de boabe pe spic.

Orzul cu două rânduri - *Hordeum distichum* - este cel mai bun orz pentru bere (conținut ridicat în amidon și scăzut în proteine, energie de germinare ridicată și înveliș subțire, fapt ce permite condiții bune de prelucrare). Acest orz se cultivă în general primăvara și este cunoscut sub denumirea de orzoaică.

Orzul cu șase rânduri - *Hordeum hexastichum* - se mai numește orz de iarnă, pentru că se seamănă înainte de venirea iernii și se folosește de obicei pentru furaj.

Deoarece soiul de orz are o mare influență asupra calității malțului, există o permanentă preocupare pentru crearea prin ingineria genetică a unor soiuri noi de orz cu calități tehnologice îmbunătățite, îndeosebi care să dea malțuri cu activitate enzimatică ridicată, cu capacitate mare de solubilizare, dar care să corespundă și din punct de vedere agronomic.

Cele mai renumite soiuri de orz cultivate astăzi sunt: Alexis, Dekada, Krona, Maresi, Marina (Germania), Blenheim, Optic, Chariot (Anglia), Prisma (Olanda), Krystal, Rubin, Orbit (Cehia), Robust, Excel, Marex, Azura (SUA) etc.

În România, în anul 1996, au fost promovate în cultură următoarele soiuri de orz de toamnă: Adi, Andra, Dana, Kelibia, Productiv, Laura și următoarele soiuri de orz de primăvară: Aura, Farmec, Turdeana, Tremois.

Proprietățile bobului de orzoaică sau orz (structura substanțelor albuminoase, conținutul în diferite enzime, randamentul în extract și alți indicatori) depind, în cea mai mare măsură, de soiul cultivat. Utilizând soiuri pure, de orzoaică sau orz, se obține un produs de calitate bună și mai uniformă.

Un mare număr de soiuri de orzoaică sau orz, produc greutate în aprecierea purității acestora. La o diversitate mare de soiuri, controlul acestuia este foarte dificil. Din această cauză, este indicat să se stabilească soiurile cele mai corespunzătoare, atât din punctul de vedere al industriei cât și al culturii și care să fie folosite în exclusivitate pentru fabricarea berii.

Conținutul în amidon este mai mare la orzoaică cu cel puțin 3% decât la orz. Farinozitatea bobului este de asemenea mult mai mare la orzoaică decât la orz. La fel și uniformitatea boabelor este mult mai bună la orzoaică decât la orz.

Datorită calităților orzoacei, malțul obținut este de bună calitate. Având un conținut scăzut în proteine și bogat în amidon, în timpul procesului de malțificare se produce o bună dezagregare a bobului și se acumulează un complex enzimatic (în special enzime amilolitice și proteolitice) care permit în timpul procesului de plămădire zaharificare descompunerea hidraților de carbon și a proteinelor.

Folosirea unei materii prime corespunzătoare pentru fabricarea malțului, orzoaică - orz, duce la rezultate bune la fabricarea berii atât din punct de vedere calitativ cât și cantitativ. Un malț

obținut dintr-o orzoaică sau un orz corespunzător are o uniformitate și o activitate enzimatică constantă, ceea ce permite o conducere ritmică a procesului tehnologic.

Dacă se folosește un orz necorespunzător, malțul rezultat este neuniform și îngreunează procesul de plămădire zaharificare, filtrare, fermentare și îmbuteliere a berii.

Berea obținută dintr-o materie primă corespunzătoare are o stabilitate proteică ridicată, fără nici un fel de tratament, în comparație cu stabilitatea scăzută, la o bere produsă dintr-o materie primă mai puțin corespunzătoare.

Structura bobului de orz. Caracteristicile exterioare ale bobului. Executând o secțiune prin bobul de orz (v. fig. 2.1), se observă următoarele părți componente: mustățile, coaja, partea abdominală cu periuta țepoasă, spinarea, germenul și baza.

În partea în care este legat de spic, bobul se termină cu o latură mică, dreaptă sau piezișă. La acest capăt se găsește embrionul (organele de germinare). La celălalt capăt, coaja se termină în forma unui ac, care se rupe aproape întotdeauna la treierat.

Una din laturile bobului este rotundă, acesta formează latura abdomenului. Ea este străbătută longitudinal, de o cută, cuta abdominală. La baza bobului se găsește, în această cută, un ghimpe stufos, ghimpele bazal, care reprezintă rămășița spicușorului înflorit.

Cealaltă latură a bobului, spinarea, este dreaptă iar coaja pe această parte este încrețită. La baza bobului se găsesc, sub coaja spinării, două mici organe membranice care, la fel, reprezintă rămășițele florilor, numite solzișori.

Învelișul exterior sau coaja constă din două straturi care, în parte, se acoperă unul pe altul. Sub acest înveliș se găsește tegumentul, propriu-zis, al bobului, care se compune din pericarp și din testă.

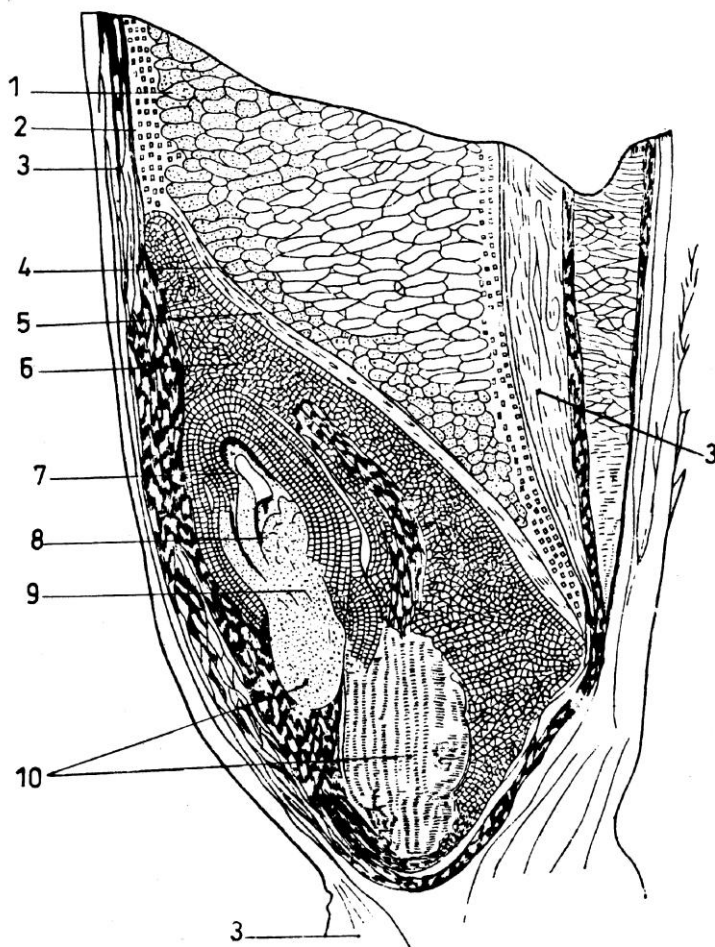


Fig. 2.1 Secțiune longitudinală prin bobul de orz: 1 - endosperm; 2 - strat aleuronic; 3 - tegument; 4 - epiteliu; 5 - celule golite din endosperm; 6 - scutelum; 7 - frunzulițe; 8 - rădăcină; 9 - tulpiniță; 10 - vârful rădăcinii.

În înveliș se pot recunoaște șapte straturi diferite. Între învelișul exterior și pericarp se găsește un spațiu gol, în care înaintea frunzulița germenului atunci când începe încolțirea.

Testa are o însușire importantă, este semipermeabilă, adică lasă să treacă apa, dar nu și sărurile dizolvate în ea. Din această cauză, la înmuiere, sărurile din apă nu pătrund în bob.

Compoziția și greutatea cojilor variază după specie și sortiment. Cojile conțin rășini amare și tanin, care influențează gustul berii. Prea multe coji, mai ales când sunt de culoare închisă, dau o bere mai puțin fină.

Corpul făinos (endospermul) al bobului conține toți compușii săi valoroși. El constă dintr-o aglomerare de celule, înconjurată cu o membrană și hemiceluloză și care conține granule de amidon, iar între aceste celule se găsește o rețea de substanțe azotoase.

Pe marginea corpului făinos se găsesc trei sau patru straturi de celule bogate în albumine, numite *stratul aleuronic*. Aceste celule nu conțin amidon, ci celule aleuronice, care constau dintr-o masă azotoasă și globule mici de grăsime, așezate în protoplasmă. Stratul aleuronic se întinde în jurul organelor de încolțire ca o simplă înșiruire de celule.

În partea dinspre embrion, corpul făinos se termină cu un strat de celule goale. Aceste celule s-au golit spre sfârșitul vegetației, pentru a elibera substanțele necesare formării embrionului. Embrionul sau germenul este sediul energiei vitale a bobului.

Lângă corpul făinos se găsește *epiteliul*, o pătură de celule cu pereții foarte subțiri. Aceste celule sunt așezate perpendicular pe corpul făinos.

Între stratul epitelial și țesutul propriu-zis embrionar, se află un țesut mic, denumit *Scutellum* sau solzișori. Sub solzișori, în partea de sus a spinării, se află frunzulița germenului, care constă din patru foițe embrionare închise într-o teacă.

Pe partea opusă a embrionului se află rădăcina germenului, acoperit cu o bonetă. Între frunză și rădăcina germenului se găsesc organele tulpinițelor.

Compoziția chimică a orzului pentru bere este prezentată în tabelul 2.1.

Pentru a compara compoziția chimică a cerealelor, se raportează întotdeauna diferitele părți componente la substanța uscată.

Umiditatea orzului la recoltare variază între 12 și 20%, în funcție de modul de recoltare și de condițiile climaterice din timpul recoltării.

Tabelul 2.1

Compoziția chimică a orzului pentru bere

Compusul	Conținutul mediu, % s.u.
Amidon	63 - 65
Zaharoză	1 - 2
Zaharuri reducătoare	0,1 - 0,2
Alte zaharuri	1
Gume solubile	1 - 1,5
Hemiceluloze	8 - 10
Celuloză	4 - 6
Lipide	2 - 3
Proteină brută (Nx6,25)	8 - 11
- albumine	0,5
- globuline	3,0
- hordeină	3 - 4
- glutelină	3 - 4
Aminoacizi și peptide	0,5
Acizi nucleici	0,2 - 0,3
Substanțe minerale	2
Alte substanțe	5 - 6

Amidonul – principalul component chimic – este localizat ca granule în celulele endospermului. Granulele de diferite mărimi au o structură lamelară, semicristalină, constând din straturi concentrice formate pe un spot. Structura este stricată când granula absoarbe apă, se umflă și, la cald, componentele ei chimice gelatinizează. Din punct de vedere chimic, granula este formată din 17 – 24% amiloză, 74 –81% amilopectină și 2% alte substanțe (lipide polare, substanțe proteice, substanțe minerale).

Granulele de amidon ale plantelor nu se compun exclusiv din amidon pur; el este combinat cu substanțe minerale, care au un rol important la dezagregarea amidonului. Astfel, amidonul natural, înainte de a fi fiert, este greu atacat de amilaze, din cauza sărurilor minerale conținute în stratul exterior al granulelor de amidon. La plămădire, el se transformă, sub acțiunea analizelor, în dextrină și maltoză. Dextrinele rămân, ca atare, în bere, pe când maltoza este scindată, prin fermentare în alcool și bioxid de carbon.

Amidonul dă cu iodul o culoare albastră intensă. Această reacție, foarte sensibilă, este folosită pentru a stabili dacă amidonul s-a dezagregat complet în procesul de plămădire.

Celuloza este localizată aproape în exclusivitate în învelișul bobului, insolubilă în apă și nehidrolizabilă de enzimele din malț. În orz are rol structural în pereții celulari din înveliși. Nu are rol în calitatea berii.

Hemicelulozele și gumele sunt substanțe de structură a pereților celulelor endospermului, dar și a celor din înveliș. Hemicelulozele sunt insolubile în apă, dar hidrolizabile cu enzimele ce se acumulează în malț, hidrolizarea lor ducând la permeabilizarea pereților endospermului. Spre deosebire de hemiceluloze, gumele sunt solubile în apă la cald, dând soluții vâscoase. Hemicelulozele și gumele au aceeași structură, dar au greutatea moleculare diferite. Conținutul variază cu gradul de coacere al orzului și condițiile climatice de cultură.

Glucidele cu moleculă mică, zaharoza și rafinoza, sunt prezente în embrion și stratul aleuronic iar în endosperm maltoza, fructoza și glucoza, servesc la nutriția embrionului, inclusiv la începutul germinării.

Substanțele cu azot pot varia cantitativ foarte mult cu soiul și cu condițiile pedoclimatice de cultură, iar orzul pentru bere, îndeosebi pentru obținerea malțului și a berilor blonde, trebuie să le conțină între 9 și maximum 11,5% s.u. Deși din cantitatea de proteine dintr-un bob de orz numai 1/3 trec în bere, ele au o foarte mare influență asupra calității berii, influențând culoarea, plinătatea gustului, însușirile de spumare, caracteristicile spumei, aroma berii și stabilitatea ei coloidală. Din totalul substanțelor cu azot din orz, 92% sunt proteine (gluteline 30%, prolamină 37%, globuline 15% și albumine 15%). Conținutul de proteine scade în timpul fabricării malțului și a berii, datorită hidrolizei enzimatice sau a coagulării.

În proporție de 8% substanțele cu azot din orz sunt produse de hidroliză a proteinelor inclusiv aminoacizi liberi. Conținutul în substanțe cu azot al orzului influențează randamentul în extract al viitorului malț. Între cei doi indici există o dependență, prezentată în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2

Relația de dependență dintre conținutul de proteină brută și randamentul în extract

Conținutul în proteină brută al orzului, %	9 – 10	10 - 12	12 - 13	> 13
Randamentul în extract preestimat al malțului	79,0 – 78,0	77,5 – 77,0	76,5 – 74,0	74,0 – 70,0

Formula de calcul pentru preestimarea extractului în funcție de conținutul în azot (N% din substanța uscată a orzului) și greutatea a 1000 boabe (G în g) este următoarea:

$$E = A - 4,7 \cdot N + 0,1 \cdot G \quad [\%] \quad (2.1)$$

în care: A este o constantă relativă în funcție de soiul de orz.

Lipidele sunt prezente în orz, în special în stratul aleuronic și în embrion, în cea mai mare măsură ca trigliceride ale acizilor: stearic, oleic, linoleic și linolenic. Cea mai mare parte din lipide rămân nemodificate la malțificare și la brasaj. Sunt insolubile în apă și se elimină cu borhotul. Lipidele hidrolizate la malțificare și la brasaj servesc pentru nutriția embrionului și a drojdiei. În cantitate mare, în bere, au efect negativ asupra spumei berii și stabilității aromei acesteia.

Polifenolii sunt reprezentați de acizi fenolici simpli până la polifenoli înalt polimerizați. Prezintă importanță atât pentru fiziologia bobului la germinare cât și asupra unor însușiri ale berii (culoare, spumare, stabilitatea coloidală și gustul berii). Concentrația în polifenoli crește cu cât coaja este mai groasă. Orzul este singura cereală care conține autocianogene.

Substanțele minerale în proporție de circa 35% sunt reprezentate de fosfați, 35% de silicați și circa 20% de potasiu (exprimat ca oxid). Existența în proporție mare a fosfaților este foarte importantă, desfășurarea unor procese metabolice în fiziologia bobului la germinare și a drojdiei la fermentare fiind condiționată de participarea fosfaților. Fosfații formează cele mai importante sisteme tampon în must și în bere.

Cantitățile de vitamine conținute de orz (în mg/kg orz): vitamina B₁ – 5,72; vitamina B₂ – 1,32; acid pantotenic – 6,60; colină – 9,90; vitamina B₆ – 3,52; biotina – 0,13; vitamina PP – 59,40; acid folic – 0,59; vitamina E – 36,52; caroten – 0,44. Sunt esențiale pentru o serie de procese metabolice la germinare și la fermentarea mustului; sunt o sursă bogată de vitamine pentru bere, mărindu-i valoarea nutritivă a acesteia.

Bobul matur de orz conține o serie de enzime, în cantități mici, care îi sunt necesare întreținerii activității vitale.

Evaluarea orzului este necesară deoarece calitatea orzului determină, în mare măsură, calitatea malțului și a berii precum și randamentele de fabricație. Orzul se evaluează senzorial, fizic, chimic și biologic.

Evaluarea senzorială este foarte importantă în aprecierea orzului. Ea constă în examinarea:

- mirosului, care trebuie să fie curat, proaspăt de paie; un miros de mucegai, de pământ, indică o depozitare necorespunzătoare care poate avea consecințe negative asupra capacității de germinare;
- umidității orzului, care poate fi estimată indirect prin comportarea unei probe de boabe ținute în mână; boabele trebuie să curgă ușor, iar dacă boabele se lipesc de mână, orzul are umiditate mare;
- culorii și strălucirii: orzul trebuie să aibă o culoare deschisă, strălucitoare, uniformă, de pai. O culoare verzuie denotă recoltare prematură, iar cea brună denotă o recoltare pe timp umed, care ar putea produce orz cu sensibilitate la apă ridicată;
- aspectul învelișului: învelișul trebuie să prezinte riduri fine, ceea ce denotă un înveliș fin, un bob care va da un malț cu randament în extract ridicat. Un înveliș cu câteva riduri grosiere este un înveliș gros, care conține o cantitate mare de polifenoli și substanțe amare;
- purității masei de boabe: masa de boabe să fie pe cât posibil lipsită de corpuri străine;
- formei și mărimii boabelor: boabele trebuie să fie mari, pline. Cu cât boabele sunt mai mari, conținutul în proteine este mai scăzut. Forma bobului depinde în principal de soiul de orz.

Se mai determină:

- boabele sparte, provenite din timpul recoltării, care trebuie să fie în procent foarte scăzut, deoarece ele creează probleme tehnologice și microbiologice;

- boabele încolțite (orzul pregerminat), care pot fi prezente în masa de orz recoltate pe timp foarte umed și cald. Un astfel de orz nu trebuie utilizat, deoarece germinează neuniform;
- boabele atacate de insecte sau de fungi fac ca lotul de orz să nu corespundă pentru malțificare.

Evaluarea fizică se face pe baza următorilor indici:

- uniformitatea orzului. Suma în % a orzului de calitate I și a II-a (orz malțificabil) trebuie să fie:
 - minimum 85% la orzul de calitate medie;
 - minimum 90% la orzul fin;
 - minimum 95% la orzul de calitate excepțională.
- greutatea a 1000 de boabe, calculată la substanța uscată, care dă relații asupra randamentului în extract. Se calculează numai pentru boabele întregi de orz (din 100 grame orz se îndepărtează boabele sparte și străine a căror greutate se scade din 100). Valorile sunt:
 - valori normale, 38 – 40 g;
 - valori limită, 30 – 45 g.
- greutatea hectolitră, care variază între 68 – 75 kg. Dă relații asupra conținutului în amidon;
- farinozitatea, determinată prin examinarea secțiunii bobului, care trebuie să fie de minimum 80%.

Evaluarea chimică, la recepția orzului, constă în determinarea umidității și a conținutului în proteine.

Evaluarea biologică se face pe baza următorilor indici:

- capacitatea de germinare, care reprezintă procentul de boabe vii (determinate prin colorare cu săruri de tetrazoliu), capabile să germineze și să se transforme în malț; capacitatea de germinare trebuie să fie de minimum 98%;
- energia de germinare, care arată procentul de boabe de orz care germinează în condiții normale după 3 și 5 zile. Energia de germinare după 5 zile trebuie să fie:
 - minimum 95% la orzul de calitate medie;
 - minimum 98% la orzul de bună calitate;
 - peste 98% la orzul de calitate excepțională.

Energia de germinare după trei zile trebuie să fie apropiată de cea de după cinci zile.

- sensibilitatea la apă a orzului, care este determinată ca diferență între energia de germinare stabilită la germinarea a 100 boabe de orz înmuiate cu 4 ml apă și cea la care înmuierea se face cu 8 ml de apă. Din acest punct de vedere un orz este considerat: puțin sensibil la apă când diferența este sub 10%, ușor sensibil la apă între 10 – 25%, sensibil la apă între 26 – 45% și foarte sensibil la apă peste 45%. Sensibilitatea la apă are importanță pentru alegerea metodei de înmuiere și a umidității la care trebuie să ajungă prin înmuiere.

2.2 Hameiul

Hameiul (*Humulus lupulus*) este o plantă industrială indispensabilă pentru fabricarea berii. Inflorescențele femele de hamei (conurile de hamei) conțin o substanță aromatică, numită lupulină, care dă berii gustul amărui plăcut și aroma specifică. De asemenea, hameiul are influență asupra culorii berii, asupra limpezimii mustului de bere, precum și asupra conservabilității acesteia. Până în prezent nu s-a descoperit nici o altă plantă cu însușirile hameiului și nici substanțele sintetice care să poată înlocui hameiul la fabricarea berii.

Hameiul este o plantă cățărătoare din grupa plantelor înrudite cu cânepa. Este o plantă cu două sexe, ale cărei flori masculine și feminine cresc pe două plante diferite. În industria berii, sub numele de hamei se înțelege floarea femeiască, care conține rășini amare și uleiuri eterice.

Planta de hamei are următoarele părți componente: rădăcina, tulpina (butucul) cu coarde anuale, frunzele și florile.

Rădăcina. Hameiul are o rădăcină puternică (pătrunde în pământ la 3-4 m adâncime) și este mult ramificată.

Tulpina (butucul) și coardele anuale. Butucul are o grosime de 10 -15 cm și o înălțime de 30

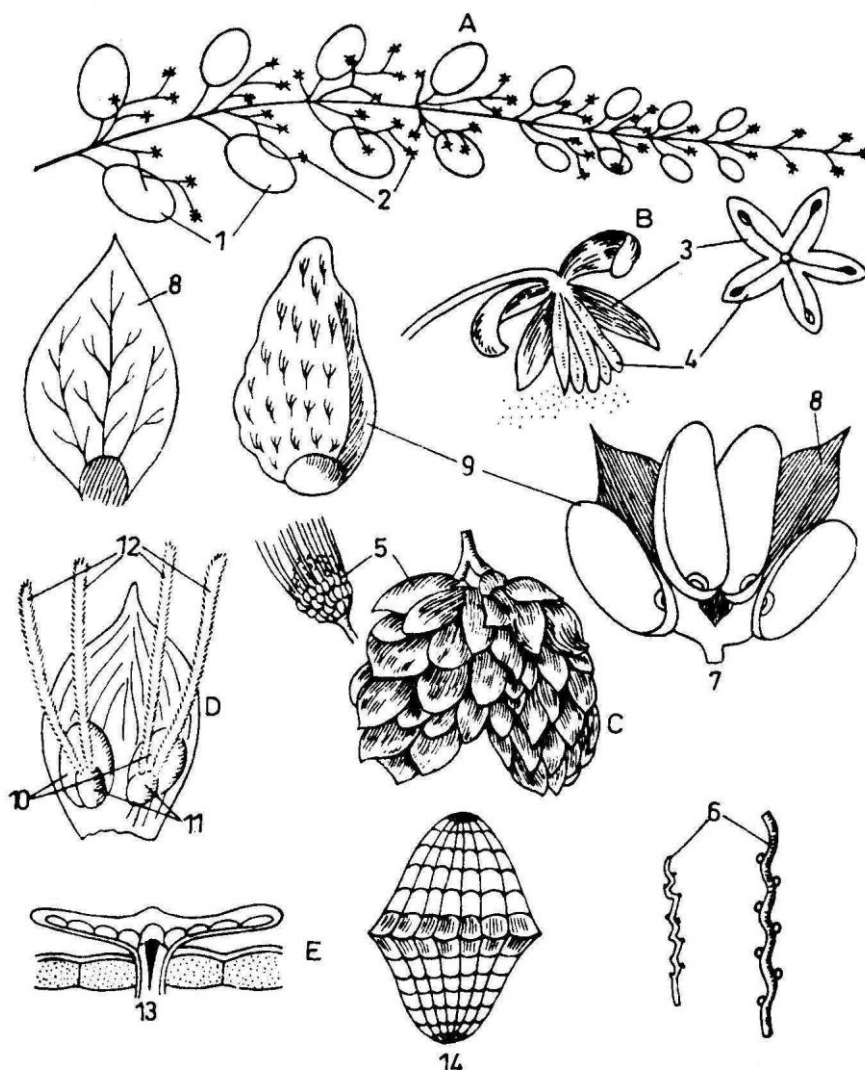


Fig. 2.2 Floarea și conul de hamei:

A – lăstar secundar: 1 – frunze; 2 – inflorescență; B – floare masculă: 3 – sepale; 4 – stamine; C – inflorescență femelă: 5 – conul de hamei; 6 – axe de con; 7 – inflorescență cu patru flori; 8 – scvamă protectoare; 9 – scvame fructifere; D – scvamă protectoare cu două pistile: 10 – scvame fructifere; 11 – pistile; 12 – stigmat; E – glande cu tulpină: 13 – glandă în formare; 14 – glandă dezvoltată.

- 40 cm. Partea de sus se numește capul butucului și se găsește la 12 - 15 cm adâncime. Primăvara, din butucul de hamei cresc mulți lăstari care au la unele soiuri vârful roșiatice.

Frunzele hameiului pornesc de la nodurile lăstarilor principali sau secundari. Fața inferioară a frunzei este netedă și de culoare verde deschis, iar fața superioară este poroasă și de culoare verde închis.

Florile. La sfârșitul lunii iunie și începutul lunii iulie, hameiul începe să-și formeze inflorescențele, care se dezvoltă în subsuoara frunzelor. Inflorescențele se compun din 20 - 60 de

flori. Florile femele sunt grupate într-o inflorescență în formă de con (v. fig. 2.2). Conurile de hamei sunt compuse din 40 - 60 frunzișoare, așezate în jurul unui ax păros, cotit de 8 - 10 ori.

În faza de maturizare, capetele inferioare ale frunzișoarelor sunt acoperite cu așa numitele grăunțe de lupulină. Lupulina este o secreție a plantei și este purtătoarea principală a substanțelor aromatice și amare ale hameiului.

Conurile de hamei sunt folosite în industria alimentară la fabricarea berii, iar în industria farmaceutică, ca medicament antiscorbutic și diuretic.

Recoltarea conurilor de hamei se face atunci când cea mai mare parte din conuri ajung la maturitatea tehnică, adică în momentul când au o culoare verzuie galbenă, lupulina este de culoarea chihlimbarului, solzii sunt nedesfăcuți și elastici la pipăit, iar dacă se freacă între degete dau un miros aromat puternic, specific hameiului. În tabelul 2.3 este dat aspectul conurilor de hamei în diferite etape.

Tabelul 2.3

Aspectul conurilor de hamei în diferite faze ale coacerii.

Indici	Hamei necopt	Hamei ajuns la maturitate normală tehnică	Hamei ajuns la maturitatea fiziologică
Culoarea conurilor	Verde	Verde gălbui	Roșie gălbuie sau brună roșcată
Culoarea lupulinei	Gălbui deschis	Galbenă aurie, culoarea chihlimbarului	Portocalie sau brună roșcată
Aspectul conurilor	Deschise	Închise și compacte	Deschise
Aroma	Neînsemnată	Tare	Slabă

Conurile de hamei se recoltează la maturitatea tehnologică. După durata de vegetație, soiurile de hamei se împart în soiuri timpurii, semitimpurii, semitârzii și târzii. Pentru același soi, atingerea maturității tehnologice a conurilor depinde de condițiile climatice ale anului de recoltă. Recoltarea începe între mijlocul și sfârșitul lunii august și durează circa 14 zile.

Conurile de hamei la recoltare au o umiditate de 75 – 80% și pentru a putea fi depozitate pe durata unui an, până la noua recoltă, ele se usucă, reducându-se umiditatea la 8 – 12%. Uscarea se face prin convecție cu aer cald, la temperatura de maximum 60⁰ C, în uscătoare cu bandă sau cu grătar.

Hameiul uscat se presează, cu ajutorul preselor hidraulice, în baloți de 80 – 150 kg, în acest mod micșorându-se volumul ocupat de hamei și evacuând din masa de conuri cea mai mare parte din aer, mărind în acest fel durata de păstrare a hameiului. Baloții de hamei sunt ambalați în țesătură din fibre de iută sau sintetice. În instalația de ambalare, hameiul poate fi sulfitat, prin ardere de sulf în camere speciale (0,5 – 1,2 kg/100 kg hamei), dioxidul de sulf având rol de antioxidant și dezinfectant. După sulfitare, dioxidul de sulf este înlăturat cu un curent de aer proaspăt. Depozitarea și transportul baloților cu hamei se face în spații uscate, iluminate artificial și răcite, temperatura de depozitare optimă fiind de 0 ... 2⁰ C. În depozitul de hamei, baloturile se așează pe paleți, în stive de 3 – 4 rânduri, cu înălțimea de 2,6 – 3,4 m și cu distanțe între ele pentru o bună circulație a aerului rece.

Compoziția chimică a conurilor de hamei uscat este dată în tabelul 2.4.

În compoziția conului intră substanțe comune vegetalelor și substanțe specifice plantei de hamei, concentrate în **granulă de lupulină** și anume rășinile amare și uleiurile eterice, substanțe care dau valoarea tehnologică a conurilor.

Valoarea amară a unui hamei proaspăt se poate calcula cu formula lui Wolmer:

$$\text{Valoarea amară} = \square - \text{acizi amari} + \frac{\text{fractiunea } \beta}{9} \quad (2.2)$$

Pentru caracterizarea hameiurilor vechi, Kolbach a stabilit următoarea formulă:

$$Valoarea\ amară = \frac{100 \cdot V_a - 0,4 \cdot b}{100 - 2,2 \cdot b}$$

(2.3)

în care: V_a este valoarea amară după Wolmer; b – proporția de rășini tari față de rășinile totale – 15.

La ora actuală, hameiurile se caracterizează prin valoarea amară universală (UBW) după metoda Schur.

Tabelul 2.4

Compoziția chimică a conurilor de hamei uscat, % (după Heyse)

Compusul	Raportat la hamei uscat	Raportat la substanța uscată a hameiului
Apă	10 – 12	-
Rășini totale	12 – 21	14 – 23
din care: □ - acizi amari	4 – 21	4,5 – 11
fracțiunea □	6 – 9	7 – 10
din care □ - acizi amari	3 – 6	3,5 – 7
rășini tari	2 – 3	2,3 – 3,5
Uleiuri eterice	0,5 – 2,5	0,6 – 2,8
Hidrați de carbon	4 – 9	4,5 – 10
Proteine	11,5 – 20	13 – 22
Celuloză	10 – 17	11 – 19
Polifenoli	4 – 14	4,5 – 16
Substanțe minerale	7 – 11	8 – 12
Lipide și ceruri	Până la 3	Până la 3,4
Acizi grași	0,05 – 0,2	0,06 – 0,22

Evaluarea hameiului se face senzorial și prin determinarea substanțelor amare. În analiza senzorială a conurilor de hamei (bonitatea hameiului) se utilizează metodele standard ale **European Hop Producers Commission**, metode care evaluează prin puncte următoarele însușiri ale hameiului: puritatea probei (1 – 5 puncte pozitive = pp); gradul de uscare (1 – 5 pp); culoarea și luciul (1 – 15 pp); forma conului (1 – 15 pp); lupulina (1 – 30 pp); aroma (1 – 30 pp); dăunători, semințe (1 – 15 puncte negative = pn), tratamente necorespunzătoare (1 – 15 pn).

După punctajul obținut hameiul este:

- de calitate inferioară, sub 60 puncte;
- de calitate medie, 60 – 66 puncte;
- de calitate bună, 67 – 73 puncte;
- de calitate foarte bună, 74 – 79 puncte;
- hamei premium, peste 80 puncte.

Determinarea conținutului în substanțe amare constă, de obicei, în determinarea conținutului de □ - acizi amari (conductometric, spectrofotometric sau prin alte metode) sau în stabilirea, în condițiile simulării unei fierberi cu hamei, a valorii amare universale (UBW).

Varietățile de hamei. Cunoașterea varietăților de hamei prezintă importanță pentru comerțul cu hamei, diferitele varietăți având prețuri diferite, precum și pentru modul de hameiere a mustului. Se disting varietăți de hamei pentru amăreală (hameiuri **amare**) și varietăți de hamei pentru aromă (varietăți de **aromă**). Varietățile **amare** au un conținut mai ridicat în □ - acizi amari, până la 10%, și o aromă mai slabă și mai puțin fină decât varietățile de aromă caracterizate de conținuturi mai scăzute în □ - acizi amari dar de o **aromă** intensă și plăcută. Varietățile de **aromă** se comercializează la prețuri mai mari decât varietățile **amare**. În tabelul 2.5 sunt date caracteristicile unor varietăți de hamei europene.

Produse din hamei. Produsele din hamei au apărut ca o soluție pentru înlăturarea unor dezavantaje ale utilizării conurilor de hamei ca atare (dificultăți în depozitare și transport; instabilitatea conținutului în substanțe cu valoare tehnologică, hameiul fiind sensibil la oxidări; neomogenitatea hameiului în conuri care face mai dificilă dozarea hameiului). Din considerente economice, după 1960 producerea și utilizarea preparatelor din hamei s-a extins mult încât, în 1992 producția mondială de bere s-a obținut utilizând: 20% conuri de hamei, 30% extracte de hamei, 40% pelleți și 10% produse izomerizate. S-a diversificat mult și tipul produselor comercializate din hamei (fig. 2.3).

Tabelul 2.5

Caracteristicile unor varietăți de hamei

Varietatea	Denumirea	Aroma, 1-30 puncte	□ - acizi amari, %
Varietăți de aromă	Hallertauer Mfr	25	4,8
	Hersbrucker Spat	26	3,2
	Tettnanger	26	4,8
	Spalter	26	5,1
	Perle	25	6,9
	Huller Bitterer	25	6,0
Varietăți amare	Northern Brewer	22	9,0
	Brewer Gold	17	7,8
	Record	23	4,9
	Orion	24	6,4

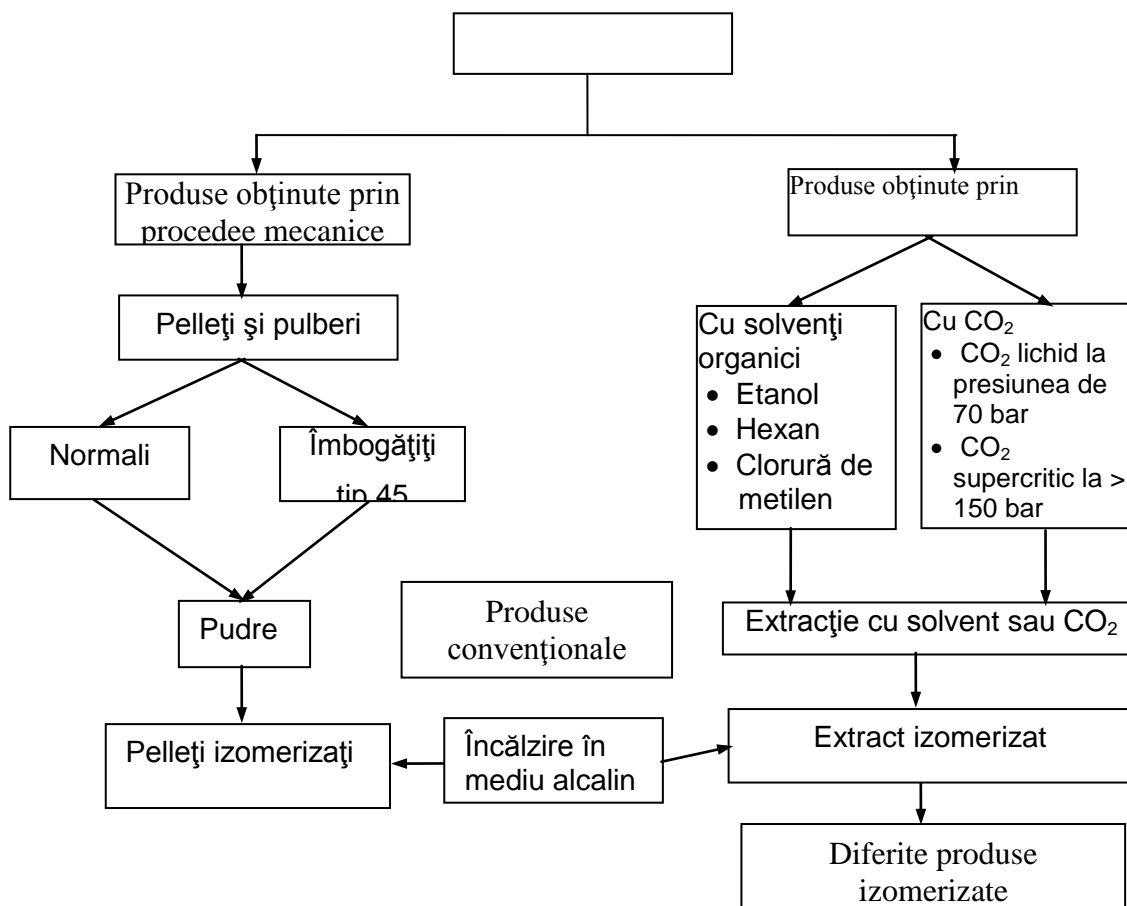


Fig. 2.3. Clasificarea principalelor produse din hamei.

Pelleții și pulberile normale, denumite adesea “tip 90”, se obțin prin: destrămarea baloților cu conuri de hamei uscat la 7 – 9% umiditate, îndepărtarea impurităților dure (metale, pietre

etc.), răcirea la -35°C și măcinarea în particule de 1 – 5 mm. În cazul producerii pudrelor, hameiul măcinat se ambalează în ambalaje impermeabile la aer, sub vid și cu impregnarea de gaz inert (CO_2 sau azot). În cazul producerii pelleteilor, hameiul măcinat este granulat și transformat în mici cilindri-pelletei. Pelleteii se ambalează sub vid în atmosferă de gaz inert. În pelletei “tip 90”, raportul între substanțele amare, uleiurile eterice și polifenoli este același ca și în conurile de hamei.

Pelleteii și pulberile concentrate (îmbogățite) conțin 45 – 75% din greutatea hameiului inițial, îndeosebi granule de lupulină. Cele mai cunoscute produse sunt cele “tip 45”. Pentru obținerea lor din masa de conuri uscate sunt îndepărtate impuritățile dure, conurile măcinate blând, la temperatura de -35°C , în particule de circa 0,15 mm. Hameiul măcinat este cernut pentru a se îndepărta particulele mai grosiere provenite din ax și bractee. Pulberea îmbogățită în granule de lupulină este ambalată sub vid (se obțin pulberi îmbogățite) sau se supune granularii și formării pelleteilor îmbogățite. Pelleteii sunt împachetați într-un ambalaj cu patru straturi și cu o barieră de aluminiu pentru a fi impermeabili pentru oxigen.

Pelleteii izomerizați sunt produse ce conțin substanțe amare izomerizate. Se utilizează în scopul creșterii randamentului de izomerizare a $\square\square$ - acizilor amari la fabricarea berii, deci la creșterea gradului de utilizare a unui hamei. Pelleteii izomerizați se obțin din pelletei “tip 90”. Se preferă utilizarea unui hamei bogat în $\square\square$ - acizi amari, ce se transformă în pulbere în care se amestecă 1 – 3% oxid de magneziu, care catalizează izomerizarea, apoi pulberea se granulează. Pelleteii obținuți se ambalează și se mențin în camere la temperatura de 50°C până are loc izomerizarea a 95 – 98% din $\square\square$ - acizii amari din hamei. Utilizarea pelleteilor izomerizați în locul pelleteilor “tip 90”, din aceeași varietate de hamei, crește gradul de utilizare a hameiului cu circa 60%. Întrebuintarea pelleteilor izomerizați scade timpul de fierbere a mustului, micșorează costul hameiului și al energiei.

Pelleteii izomerizați sunt denumiți pelletei **stabilizați**, deoarece potențialul amar al hameiului este protejat față de deteriorări în timpul depozitării. Pelleteii izomerizați sunt utilizați îndeosebi pentru hameierea târzie a mustului în vederea asigurării aromei.

Extrakte din hamei. Rășinile din hamei și uleiurile eterice au caracter hidrofob și pot fi extrase cu solvenți organici. Cu ajutorul solvenților sunt extrase substanțele amare, în principal acizii amari, fără a fi transformați. În trecut s-au utilizat solvenți organici de tipul: metanol, hexan, clorură de metilen, tricloretilenă etc. Acești solvenți creează probleme prin:

- * existența în extract a unor urme (câteva părți per milion) de solvenți considerați toxici;
- * emisiunea de hidrocarburi clorinate în atmosferă, care creează probleme sub aspect ecologic.

Astăzi, extractele de hamei se obțin utilizând pentru extracție alcoolul etilic și CO_2 -ului critic sau supercritic.

Extraktele de hamei în etanol se obțin astfel: hameiul în conuri se amestecă într-un șnec cu alcool etilic de 90°C , amestecul este pompat într-o moară de măcinare umedă și apoi într-un extractor, soluția alcoolică ce părăsește extractorul – miscela – care conține toate substanțele utile de hamei este concentrată într-un concentrator cu mai multe trepte de concentrare, rezultând extractul concentrat brut. Într-o coloană specială, alcoolul etilic este eliminat complet cu ajutorul aburului. Coloana lucrează în vid de 120 mbar, ceea ce asigură o temperatură de evaporare de 60°C . În aceste condiții, în extract rămân cea mai mare parte din uleiurile eterice și \square - acizii amari (numai o foarte mică parte din \square - acizii amari izomerizează).

Extractul etanolic are următoarea compoziție, în % masice: rășini totale 91%, \square - acizi 42%, izo \square - acizi 1%, rășini tari 11% (din rășinile totale), uleiuri eterice 4%, taninuri în urme, nitrați circa 100mg/100g și cupru circa 200 mg/kg.

Extraktele din hamei cu CO_2 se bazează pe proprietățile de solvent ale CO_2 -ului, când acesta este adus în condițiile de lichid sau fluid supercritic. Extraktele cu CO_2 sunt actualmente cel mai mult folosite în industria berii. Dioxidul de carbon capătă proprietăți de solvent în cazul în care,

prin comprimare, este adus la o densitate de 0,9 – 1,0 kg/dm³, asemănătoare lichidelor. Punctul critic pentru CO₂ este de 73,8 bar și +31⁰C. Punctul triplu pentru CO₂ este de 5,19 bar și – 56,66⁰C. Între cele două puncte, CO₂ este lichid; la condiții de presiune și temperatură mai ridicate decât ale punctului critic CO₂, denumit supercritic, este un fluid (amestec lichid – gaz).

Extractele cu CO₂ lichid (subcritic) se obțin în instalații speciale ce au în alcătuirea lor un extractor, o instalație pentru comprimarea CO₂-ului, schimbătoare de căldură pentru evaporarea CO₂-ului și reîntoarcerea lui în circuit. Extracția este mai intensă când se utilizează hameiul sub formă de pellete. Temperatura de extracție variază la diferite procedee între 7 și 20⁰C. Solubilitatea maximă a □ - acizilor amari este de +7⁰C. Presiunile utilizate variază între 45 bar și 60 – 70 bar, în funcție de temperatură. Necesarul de CO₂ lichid este de 20 kg/kg hamei. Dioxidul de carbon lichid realizează o extracție foarte selectivă, extractele fiind lipsite de rășini și taninuri.

Extractele cu CO₂ supercritic se obțin la regimuri de presiune de 150 – 300 bar și la temperaturi variind între 32 și 100⁰C (fig. 2.4.). Extractul obținut la 150 bar și la 35...40⁰C este asemănător cu cel obținut cu CO₂ lichid. Dioxidul de carbon supercritic are capacitate de dizolvare mai mare decât CO₂-ul lichid, ceea ce face ca timpul de extracție să fie mult mai scurt. Extracția cu CO₂ supercritic este mai puțin selectivă, extractele conținând mai multe rășini tari, taninuri, apă sau ceruri (tabelul 2.6).

Cu CO₂ supercritic se pot obține, prin extracție fracționată la diferite presiuni, produse bogate într-un anumit component. Astfel, la presiuni de 120 bar sunt solubile îndeosebi uleiurile eterice și se poate separa o fracțiune bogată în acestea și cu foarte puține rășini, utilizată în cantități mici, la sfârșitul fierberii cu hamei, pentru intensificarea aromei de hamei. La presiuni mai mari se obține o fracțiune bogată în □ și □ - acizi, utilizată la fierberea mustului cu hamei, iar la presiuni peste 150 bar se poate obține o fracțiune foarte bogată în □ - acizi, utilizată la obținerea extractelor izomerizate de hamei. Extractele cu CO₂ sunt foarte sărace în nitrați, metale grele și sunt lipsite de pesticide.

Tabelul 2.6

Comparație între extractele obținute cu CO₂ lichid și CO₂ supercritic

Compusul	Extracție cu	
	CO ₂ supercritic	CO ₂ lichid
	% masice	
Rășini totale	77 – 98	80 - 98
□ - acizi amari	27 – 41	35 – 55
□ - acizi amari	43 – 53	25 – 35
Uleiuri eterice	1 – 5	3 – 10
Rășini tari	5 – 11	0
Taninuri	0,1 – 5	0 – 2
Apă	1 – 7	0 – 2
Grăsimi și ceruri	4 - 13	0 - 8

Extractele izomerizate de hamei sunt obținute intens, mai ales după apariția extractelor cu CO₂ supercritic. Sunt fabricate astăzi următoarele tipuri de extracte izomerizate:

- * extracte rășinoase izomerizate;
- * extracte izomerizate postfermentație;
- * extracte de hamei reduce.

Extractul rășinos izomerizat se obține din extract cu CO₂ lichid sau supercritic, amestecat în condiții controlate cu o substanță alcalină și încălzit blând pentru a se produce transformarea □ - acizilor în izo - □ - acizi. Randamentul de conversie este de 95 – 98%. Stabilitatea extractului rășinos izomerizat este mai mică decât a extractului rășinos cu CO₂, dar poate fi asigurată prin depozitare la rece. Produsul este lichid și reprezintă o soluție de săruri de sodiu sau potasiu a izo - □ - acizilor amari. Extractul izomerizat se utilizează sub formă de soluție 2 – 5% în apă distilată sau demineralizată, pentru a evita formarea de săruri insolubile de Ca și Mg care dau turbureală.

Extractul izomerizat postfermentație se poate utiliza sub formă de soluție apoasă adăugată în berea matură înainte de filtrare. Aceste extracte se obțin din extracte de hamei cu CO₂, care au o foarte bună puritate (conțin numai □ și □ - acizi amari și uleiuri eterice), fiind lipsite de compuși care interferează cu izomerizarea. Datorită înaltei purități a extractelor supuse izomerizării, extractele izomerizate obținute nu mai contribuie la apariția defectului de supraspumare a berii, ca vechile extracte obținute cu clorură de metilen. Extractele izomerizate postfermentare aduc în

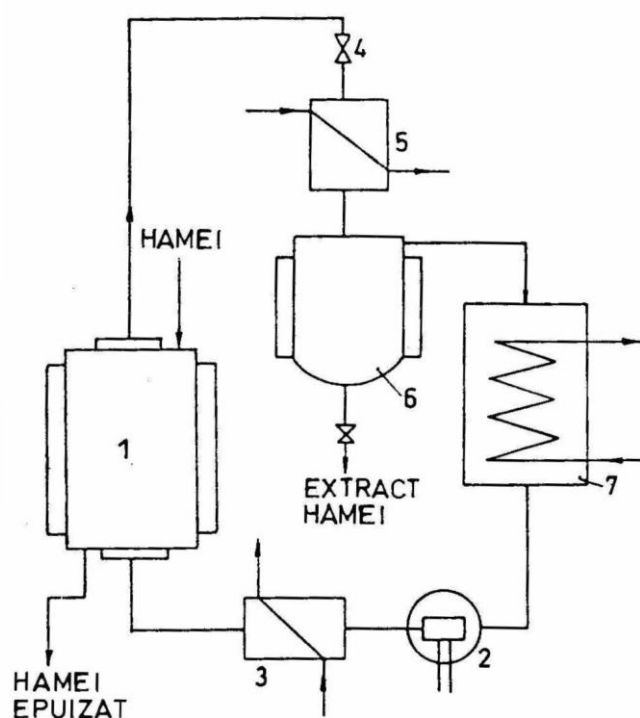


Fig. 2.4. Schița unei instalații de obținere a extractelor de hamei cu CO₂ supercritic:

- 1 – extractor; 2 - pompă pentru CO₂ lichid; 3 – schimbător de căldură pentru încălzirea CO₂ lichid până la 31,2⁰C; 4 – supapă de expansiune; 5 – schimbător de căldură pentru încălzirea CO₂ care trece în stare gazoasă; 6 – separator în care se separă extractul de hamei de CO₂ gazos; 7 – agregatul pentru lichefierea CO₂.

bere numai substanțe amare. De aceea, prin ele trebuie să se asigure numai 20 – 60% din unitățile de amăreală din berea finită.

Extractele de hamei reduse sunt produse realizate și utilizate după 1976. Utilizarea lor are drept scop obținerea berilor stabile la lumină, chiar în cazul ambalării în sticle incolore, precum și pentru îmbunătățirea spumei și aderenței. Extracte de hamei redus se obțin prin reducerea extractelor izomerizate. Există trei clase de acizi amari reduși: Rho – izo □ - acizi (au gruparea cetonică din catena de la C₄ redusă), tetrahidroizo □ - acizi (au reduce dublele legături din catenele laterale de la C₄ și C₅) și hexahidroizo □ - acizi (au și gruparea cetonică și cele două duble legături din catenele laterale reduse). Toți acești izo □ - acizi reduși sunt amari. Produsele se comercializează ca soluții alcaline în apă sau propilenglicol. Produsele au concentrații în acizi amari de 5 – 40%, soluțiile se conservă bine la 20⁰C. Aceste extracte se pot adăuga în orice

stadiu al procesului tehnologic. Recomandat este să se prepare o soluție 1 – 2% acizi amari în apă demineralizată și să se adauge înainte sau după prefiltrarea berii.

Utilizarea unuia sau altuia dintre produsele de hamei se face având în vedere următoarele criterii:

- * instalația de fierbere existentă într-o fabrică (în care să existe separator de borhot din hamei, Rotapool etc);
- * existența unui depozit de hamei corespunzător produsului;
- * produsele din hamei mai deosebite necesită forță de muncă de calificare înaltă;
- * tradiția;
- * costul mai mic;
- * creșterea calității berii.

Gradul de utilizare a substanțelor amare, din diferite produse de hamei, este următorul: conuri de hamei 31%, pelleți standard 35%, extract cu CO₂ 36%, pelleți izomerizați 53%, extracte rășinoase izomerizate 50%, izoextracte 90%. Costul relativ al izo □ - acizilor amari din bere, proveniți din diferite produse de hamei, poate fi considerat ca fiind de: conuri de hamei – 100, pelleți standard – 99, extract cu CO₂ – 115, pelleți izomerizați – 72, extract rășinos izomerizat – 99 și izoextract – 79.

2.3 Apa

Apa este o materie primă de bază pentru fabricarea berii. Din punct de vedere cantitativ, apa are cea mai mare pondere din materiile prime care intră într-o fabrică de bere. Apa se folosește la înmuierea orzului, uneori la măcinarea umedă, în procesul de fierbere (brasaj), la spălătul sticlelor, a butoaielor, a utilajului și în procesul de răcire, pentru cazanele cu abur etc.

Apa folosită în procesul de fierbere trebuie să aibă un anumit conținut de săruri, care să nu influențeze negativ calitatea berii, fiind colectată fie de la suprafață fie din adâncime. Apa de suprafață nu se poate folosi decât după o prealabilă filtrare și tratare.

În industria berii, în majoritatea locurilor unde se folosește apa, ea trebuie să corespundă unei ape potabile. În general, cel mai mult folosite în fabricile de bere sunt apele de adâncime (izvor, puț, sonde).

Izvoarele de apă, de obicei, au debite variabile (în funcție de anotimp) și de aceea este bine să se facă captarea și colectarea apei în bazine care să asigure un debit de apă constant. Aceste ape sunt folosite în special la fabricile așezate în regiuni muntoase.

Apa se mai poate obține și din puțuri de mică adâncime (12m) sau de mare adâncime (sonde). Debite mai mari de apă dau puțurile de mare adâncime (sondele), care uneori pot ajunge la peste 30 m³/h. Scoaterea apei din puțuri se poate face cu pompe centrifuge sau cu piston. Puritya microbiologică a apei este cu atât mai mare cu cât adâncimea puțului este mai mare, aceasta datorită faptului că stratul filtrant de pământ de deasupra pânzei de apă este și el mai mare.

Consumul de apă într-o fabrică de bere variază în funcție de mai mulți factori, cum ar fi: felul berii ce se fabrică, procesul tehnologic aplicat, instalațiile folosite etc. Astfel, pentru obținerea a 1 hl de bere se consumă între 8,5 și 13,5 hl apă.

În tabelul 2.7 sunt date valorile consumului de apă în fabricarea berii.

Tabelul 2.7

Consum de apă la fabricarea berii (Kunze)

Operația	Consumul, hl apă/hl bere	Consumul optim, hl apă/hl bere
Condiționare materii prime	0,16 – 0,26	0,13
Secția de fabricație	1,05 – 3,11	1,53
Fermentare primară	0,44 – 0,70	0,34
Fermentare secundară	0,50 – 0,80	0,39
Filtrare	0,56 – 0,76	0,37

Tragere la sticle	1,79 – 2,86	1,40
Tragere la butoaie	0,56 – 0,90	0,44
Umplere containere	0,48 – 0,77	0,38
Distribuție	0,37 – 0,59	0,29
Aer comprimat	0,45 – 0,71	0,35
Răcire	0,32 – 0,51	0,25
Recuperare CO ₂	0,70	0,55

Apa conține în medie 500 mg/l săruri, în mare parte disociate. Sărurile și ionii din apă, din punct de vedere al fabricației berii, se împart în inactivi (NaCl, KCl, Na₂SO₄ și K₂SO₄) și activi, care sunt acele săruri sau ioni care interacționează cu sărurile aduse de malț și influențează în acest mod pH-ul plămezii și al mustului.

Totalitatea sărurilor de calciu și de magneziu din apă formează duritatea totală, exprimată în grade de duritate:

$$1^{\circ} \text{ duritate} = 10 \text{ mg CaO/l apă.}$$

După duritatea totală, apele pot fi caracterizate așa cum se prezintă în tabelul 2.8.

Duritatea totală este formată din duritatea temporară sau de carbonați (dată de conținutul în carbonați și bicarbonați) și din duritatea permanentă sau de sulfati (dată de sărurile de calciu și magneziu ale acizilor fixi). Sărurile și ioni care dau cele două componente ale durității se împart în ioni și săruri care, în plămadă, contribuie la creșterea pH-ului și ioni și săruri care contribuie la scăderea pH-ului:

- * la scăderea pH-ului contribuie ionii de Ca²⁺ și Mg²⁺ și sărurile de calciu și magneziu cu acizii minerali tari (sulfuric, clorhidric, azotic);
- * la creșterea pH-ului contribuie bicarbonații de calciu și magneziu și carbonații și bicarbonații alcalini.

Tabelul 2.8

Clasificarea apelor după duritatea totală

Caracterul apei	Duritatea, °D	Nivelul ionilor alcalino – pământoși, /l apă
Apă foarte moale	0 – 4	0 – 1,45
Apă moale	4,1 – 8,0	1,45 – 2,80
Apă moderat dură	8,1 – 12	2,89 – 4,3
Apă relativ dură	12,1 – 18,0	4,33 – 6,40
Apă dură	18,1 – 30	6,49 – 10,8
Apă foarte dură	peste 30	peste 10,8

Cele mai importante procese biochimice și fizico – chimice care au loc în timpul obținerii berii sunt influențate de modificări ale pH-ului, majoritatea acestor procese necesitând un pH mai scăzut. Astfel, prin realizarea unui anumit pH în plămadă și în must este influențată activitatea enzimelor la brasaj, extragerea substanțelor polifenolice din malț, solubilizarea substanțelor amare din hamei, formarea turburelii la fierbere etc. Prin influența pe care o au ionii și sărurile din apă asupra însușirilor senzoriale ale berii, apa contribuie în mare măsură la fixarea tipului de bere. De altfel, principalele prototipuri de bere produse în lume își datorează în mare măsură caracteristicile compoziției saline a apelor utilizate la obținerea lor, așa cum rezultă din tabelul 2.9.

Tabelul 2.9

Compoziția apelor de brasaj folosite la obținerea unor beri reprezentative

Tipul de bere Indicatorul	Pilsen		München		Dortmund		Viena	
	mmol/l	°D	Mmol/l	°D	Mmol/l	°D	Mmol/l	°D
Duritatea totală	0,28	1,6	2,63	14,8	7,35	41,31	6,87	38,6

Duritatea temporară	0,23	1,3	2,53	14,2	2,99	16,8	5,50	30,9
Duritatea permanentă	0,05	0,3	0,10	0,6	4,36	24,5	1,37	7,7
Duritatea de Ca	0,18	1,0	1,89	10,6	6,53	36,7	4,06	22,8
Duritatea de Mg	0,10	0,6	0,75	4,2	0,82	4,6	2,81	15,8
Alcalinitatea remanentă	0,16	0,9	1,89	10,6	1,01	5,7	3,93	22,1
Reziduul de evaporare, mg/l	51		284		1110		949	
SO ₄ ²⁻ , mg/l	5,2		9,0		290		216	
Cl ⁻ , mg/l	5,0		1,6		107		39	

Pentru a caracteriza mai bine apa utilizată la fabricarea berii s-a introdus noțiunea de alcalinitate remanentă sau necompensată, care reprezintă acea parte a alcalinității totale a unei ape care nu este compensată de acțiunea ionilor de calciu și magneziu din apa respectivă. Se calculează cu formula:

$$\text{Alcalinitatea remanentă} = (\text{alcalinitatea totală} - \text{duritatea de la calciul} + 0,5 \cdot \text{duritatea de la magneziu}) / 3,5$$

Pentru obținerea berilor de culoare deschisă, de tip Pilsen, este necesar ca alcalinitatea remanentă a apei utilizate să nu depășească 5⁰D, corespunzătoare unui raport dintre duritatea temporară și cea permanentă de circa 1:3,5. Pentru apele cu alcalinitate remanentă mai mare este necesară corectarea lor.

Asupra calității berii au influență și alți ioni prezenți în apă:

- * ionii sulfat în cantitate de peste 400 mg/l, care dau berii un gust **uscat** și amăreală intensă specifică;
- * clorurile în concentrație de până la 200 mg/l, care dau berii un gust dulceag mai plin;
- * fierul și manganul în concentrații de peste 1mg/l, care influențează negativ activitatea drojdiei, culoarea și finețea gustului berii;
- * silicații la concentrații mari influențează negativ activitatea drojdiei. Acțiune toxică asupra drojdiei au în concentrații mari cuprul, plumbul și staniul;
- * zincul în concentrații până la 0,15 mg/l, care stimulează multiplicarea drojdiei și fermentația;
- * nitrații la concentrații de peste 40 mg/l, care inhibă activitatea drojdiei.

Sub aspect microbiologic, apa utilizată la fabricarea berii (ca materie primă, pentru spălarea ambalajelor, spălarea drojdiei, igienizarea utilajelor) trebuie să îndeplinească condițiile pentru apa potabilă.

Tratarea apei în vederea corectării ei sub anumite aspecte implică:

- *corectarea durității apei;
- *îndepărtarea unor ioni cu acțiunea negativă în fabricarea berii;
- *purificarea microbiologică.

Corectarea durității apei. Este necesară pentru a aduce caracteristicile apei dintr-o anumită sursă la caracteristicile specifice obținerii unui anumit tip de bere. Dat fiind efectul negativ al alcalinității apei asupra culorii berii dar și a altor însușiri, corectarea constă în: decarbonatarea apei (prin fierbere cu ajutorul laptelui de var, cu schimbători de ioni), demineralizarea apei (cu schimbători de ioni, electroosmoză, osmoză inversă sau electrodializă) sau prin modificarea naturii sărurilor din apă (tratarea cu acizi). Cele mai utilizate metode sunt cele de decarbonatare cu schimbători cationici sau lapte de var.

Decarbonatarea apei cu cationiți necesită instalații de dimensiuni relativ mici, care se pot automatiza, asigurând o dedurizare controlată, dirijată după utilizarea apei. Se utilizează cationiți slab acizi care rețin Ca și Mg din bicarbonați. Apa se încarcă cu CO₂ și este necesară aerarea în vederea îndepărtării dioxidului de carbon agresiv. Schimbătorii cationici puternic acizi

rețin ionii de Ca, Mg, Na din sărurile lor cu acizii tari și încarcă apa cu acizi care trebuie neutralizați sau reținuți cu un anionit.

Demineralizarea apei se realizează prin trecerea succesivă a apei pe straturi din cationiți și anioniți.

Demineralizarea apei se poate face și prin folosirea osmozei inverse prin care se îndepărtează cationii și anionii din apă, în funcție de însușirile membranei folosite. Pentru buna funcționare a instalației se recomandă o prefiltrare a apei pentru a preveni colmatarea membranelor și tratarea apei cu H_2SO_4 , cu îndepărtarea CO_2 eliberat cu $Ca(OH)_2$.

La demineralizarea apei se recurge pentru pregătirea apei folosite la utilizarea anumitor preparate din hamei. Pentru corectarea apei folosite în alte scopuri, inclusiv la brasaj, apa demineralizată se cupajează cu apa brută în proporții necesare.

Decarbonatarea cu lapte de var saturat are loc la rece, necesită stabilirea foarte exactă a cantității de $Ca(OH)_2$ astfel încât să transforme $Ca(HCO_3)_2$ și $Mg(HCO_3)_2$ în compuși insolubili ($CaCO_3$, și $Mg(OH)_2$ și să lege CO_2 liber), fără a crea un exces de alcalinitate. Dedurizarea prin această metodă dă rezultate bune pentru ape la care durezza de Mg este sub 3^0D . Prin dedurizarea cu $Ca(OH)_2$ se realizează și o dezinfectare a apei, sunt precipitați concomitent ionii de Fe, Mn și impuritățile organice. Se poate realiza astăzi în instalații cu o treaptă sau cu două trepte, conducând la alcalinități remanente diferite, în apa tratată. Procedeele au cost redus.

Îndepărtarea unor ioni cu acțiune negativă. Aceasta se referă la:

- * îndepărtarea nitraților; când sunt în concentrații ridicate, se poate face cu schimbători de ioni;
- * îndepărtarea fierului; când este prezent în apă în concentrații peste 1mg/ml, se face prin trecerea apei prin filtre cu substanțe oxidante care contribuie la formarea $Fe(OH)_2$ insolubil.

Purificarea microbiologică. Se poate face prin: Clorinare (cu clor sau dioxid de clor), ozonizare, tratare cu radiații U.V., filtrare sterilizantă (cu filtre cu lumânări sau membrane), oxidare anodică. Una din cele mai simple metode este clorinarea, dar cantitatea de clor rezidual trebuie să fie foarte scăzută, deoarece la concentrații de 1mg/l dă reacții cu fenolii din apă formând clorfenoli, substanțe care la concentrații de peste 0,015 mg/l dau un gust de **medicament** berii la a cărei fabricație s-a utilizat apa.

2.4. Înlocuitori de malț

Prin înlocuitori de malț se înțeleg produsele cu conținut ridicat de glucide, produse care au un echipament enzimatic sărac sau sunt lipsite de echipament enzimatic. Înlocuitorii de malț pot conține cantități mai mari de substanțe cu azot sau pot fi lipsiți de astfel de substanțe. Înlocuitorii de malț pot înlocui malțul în proporție variabilă (10-50%, foarte rar mai mult). Utilizarea înlocuitorilor este determinată în mare măsură de avantajele economice și în mai mică măsură de avantajele de ordin calitativ (obținerea de berii de culoare foarte deschisă sau cu un gust mai plin).

Tipuri de înlocuitori. Există o mare varietate de produse care pot fi utilizate ca înlocuitori. Înlocuitorii se pot clasifica după starea lor (solizi și lichizi) și după gradul lor de prelucrare (cereale nemălțificate, produse rafinate, siropuri etc.).

Înlocuitorii solizi. Din această categorie fac parte: cerealele nemălțificate (porumb, orz, orz, sorg, grâu), cereale prelucrate hidrotehnic (cereale expandate, fulgi de cereale, cereale micronizate), produse rafinate (amidon de porumb, de grâu), zahăr cristalizat cu diferite grade de rafinare.

Înlocuitorii lichizi. Sunt siropuri de zahăr cum ar fi: zahăr invertit, sirop de zahăr, siropuri din cereale negerminate (porumb, orz, grâu) și siropuri din malț verde sau din malț uscat (cunoscute și sub denumirea de malț "lichid").

Compoziția chimică a unora dintre cei mai utilizați înlocuitori solizi este dată în tabelul 2.10.

Tabelul 2.10

Compoziția chimică a principalilor înlocuitori de malț

Compusul	Grișuri de porumb	Amidon de porumb	Brizură de orez	Grișuri din sorg
Apă, %	12 – 14	12 – 13	12 – 13	11 – 13
Extract, % din s.u.	89 – 91	101 – 103	93 – 95	91 – 93
Proteine, % din s.u.	7 – 9	0,04	8 – 9	10 – 11
Lipide, % din s.u.	< 1	0,05	0,05	0,07
Substanțe minerale, % din s.u.	0,7	0,1	0,09	0,09
Temperatura de gelificare a amidonului, °C	65 - 75	62 - 70	65 - 80	68 - 76

Cei mai utilizați înlocuitori solizi sunt porumbul, orezul și orzul.

Înlocuitorii lichizi care conțin glucide fermentescibile, se pot utiliza îndeosebi prin creșterea capacității de producție în anumite limite, fără investiții suplimentare la instalațiile de brasaj. Compoziția chimică a înlocuitorilor lichizi este dată în tabelul 2.11.

Tabelul 2.11

Compoziția chimică a unor înlocuitori de malț lichizi, procente s.u.

Înlocuitorul	Extract	Glucoză	Fructoză	Zaharoză	Maltoză+mal-totrioză	Glucide nefermentescibile
Zahăr solid	102	0	0	100	0	0
Zahăr invertit	84	50	50	0	0	0
Sirop de porumb – HG (cu conținut ridicat de glucoză)	82	43	0	0	37	20
Sirop de porumb – HM (cu conținut ridicat de maltoză)	82	3	0	0	42	25

3. FABRICAREA MUSTULUI DE BERE

Cuprinde procesele de mărunțire a materiei prime, respectiv a malțului și cerealelor nemalțificate, obținerea extractului prin plămădire și zaharificare, separarea acestuia de substanțele insolubile prin filtrarea mustului, fierberea cu hamei, răcirea și limpezirea mustului fiert.

Procesul tehnologic de fabricare a berii se desfășoară conform schemei tehnologice prezentate în figura 3.1.

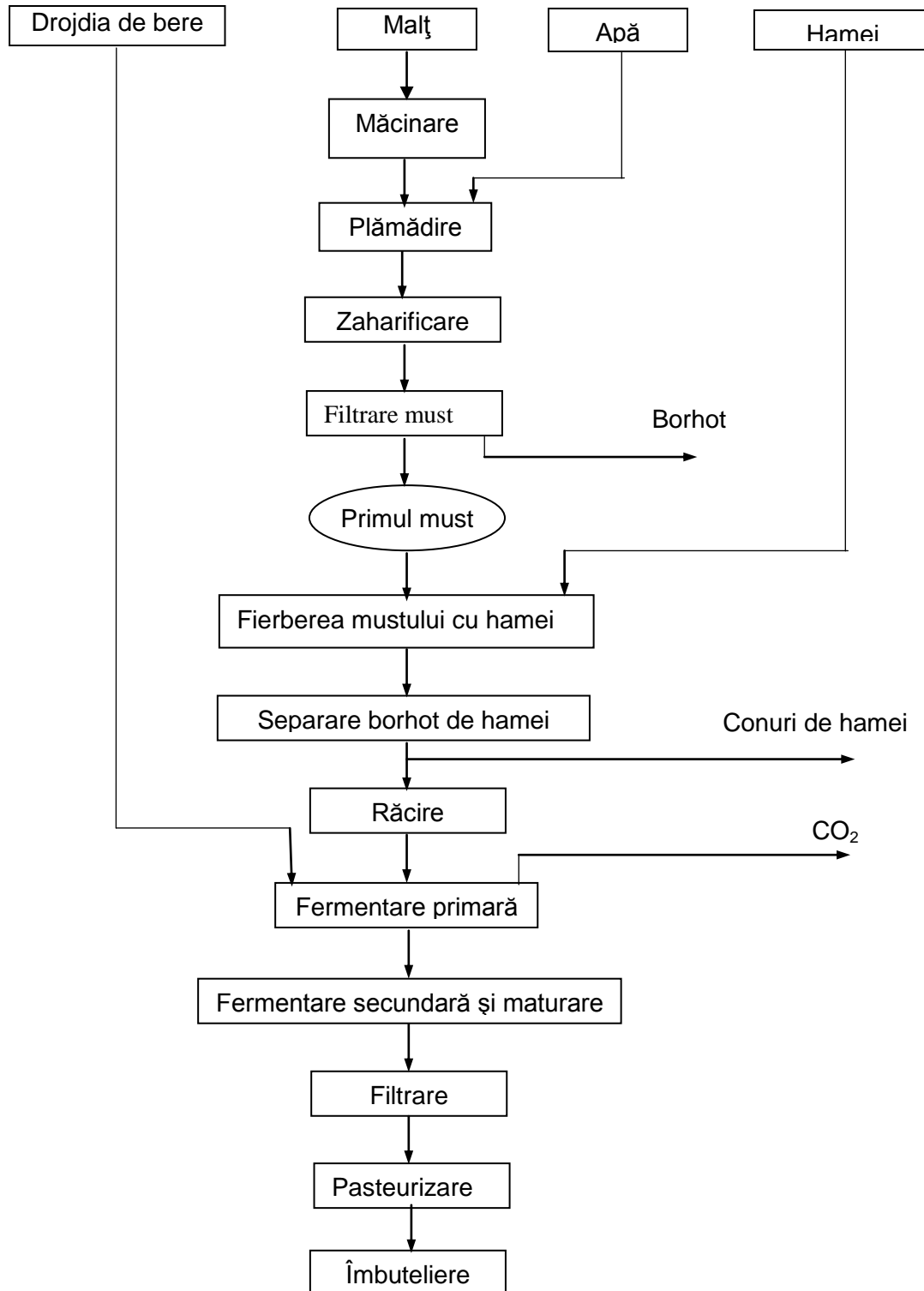


Fig. 3.1. Schema tehnologică de obținere a berii.

3.1 Pretratarea malțului

Malțul achiziționat de fabrică este depozitat în silozuri. În siloz, malțul trebuie păstrat la temperaturi de 10...15 °C și într-o atmosferă cu umiditate relativă mică. Chiar în aceste condiții se pot dezvolta insecte. De aceea, silozurile trebuie să fie dezinfectate periodic. Înainte de utilizare, malțul trebuie curățat de impurități prin trecere prin separator magnetic și tarar aspirator. Din masa de malț trebuie aspirat și praful care dăunează sănătății personalului și creează pericol de explozie. Malțul curățat, prelucrat pe șarjă, este cântărit cu un cântar automat, cantitatea de malț înregistrată fiind necesară calculării randamentului secției de fierbere și consumului de malț pentru 1 hl bere.

Indicatorii de calitate ai malțului. Malțul este apreciat pe baza unor metode oficiale de analiză elaborate de organizații ca *European Brewery Convention (EBC)*, *American Society of Brewing Chemists (ASBC)*, *Middle European Brewing Analysis Commission (MEBAK)* sau *Institute of Brewing (IOB)*. Aprecierea malțului se face senzorial, prin metode fizice, chimice și fizico – chimice. După EBC, indicii de calitate ai malțului sunt dați în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1

Indicii de calitate ai malțului, după EBC

Indicele de calitate	UM	Valoarea optimă
Puritatea soiului	%	Minimum 93
Sortimentul (cal. I+II)	%	Minimum 85
Masa a 1000 boabe	g	28 – 36
Greutatea hectolitrică	kg	48 – 62
Greutatea specifică	g/cm ³	1,10 - malț foarte bun 1,10 – 1,13 - malț bun 1,13 – 1,18 - malț satisfăcător peste 1,18 - malț nesatisfăcător
Boabe plutitoare	%	30 – 35 - malț bine dezagregat
Friabilitatea	%	Minimum 70
Boabe sticloase	%	Maximum 5
Lungimea acrospirei	-	3/4 din lungimea medie a bobului
Umiditatea	%	Maximum 4,5
Proteină totală	% s.u.	Maximum 12
Azot solubil	%	0,55 – 0,75
Azot formol	mg/100 g s.u.	180 – 200
Azot aminic liber	mg/100 g s.u.	Minimum 150
Cifra Kolbach	%	35 – 45
Fracțiuni Lundin:		
A	%	25
B	%	15
C	%	60
Cifra Hartong	-	5
Puterea diastatică	⁰ WK	200 – 300
Randamentul în extract:		
- metoda convențională	% s.u.	79 – 83 (funcție de soi)
- metoda TEPRAL:		
malț din orz de primăvară	% s.u.	Minimum 79 (funcție de soi)
malț din orz de toamnă	% s.u.	Minimum 78 (funcție de soi)
Culoare must convențional	Unități EBC	2,5 – 4,5
Culoare must după fierbere	Unități EBC	5 – 6
Vâscozitate must convențional	mPa.sec	1,5 – 1,6
pH - ul mustului convențional	Unități pH	5,0 – 6,0

3.2 Măcinarea malțului

Reprezintă un proces de mărunțire mecanică, necesar pentru a permite solubilizarea componentelor utili în procesul de plămădire. Cu cât măcinișul este mai fin, crește randamentul de extract. La unele tehnici de filtrare a plămezii se folosește ca pat filtrant coajă, astfel încât, măcinarea trebuie efectuată în condiții de menajare a acesteia.

Pentru măcinarea malțului, denumită și șrotuire, se folosesc, de preferință, mori cu valțuri sau cu ciocane. Primele pot fi destinate pentru măcinare uscată sau umedă, fiind folosite în cazul utilizării cojilor ca pat filtrant, iar morile cu ciocane se utilizează pentru măcinarea fină a malțului sub formă de pulberi.

Compoziția măcinișului se determină cu ajutorul unui aparat (PLANSICHTER) cu 5 site plane, având următoarele caracteristici:

Tabelul 3.2

Caracteristicile plansichterului pentru analiza măcinișului de malț

Numărul sitei	Fracțiunea	Grosimea sârmei sitei, mm	Dimensiunea ochiului sitei, mm
1	Coji	0,31	1,27
2	Grișuri mari	0,26	1,01
3	Grișuri fine I	0,15	0,547
4	Grișuri fine II	0,07	0,253
5	Făină	0,04	0,152
Sub sita 5	Pudră	-	-

Structura măcinișului determină volumul și porozitatea stratului filtrant de borhot și ea trebuie stabilită în funcție de utilajul în care se realizează filtrarea mustului de malț după brasaj.

3.2.1 Morile cu valțuri pentru măcinare uscată

Se folosesc mori cu 2, 4, 5 și 6 valțuri. Productivitatea lor depinde de numărul de valțuri, structura suprafeței, diametrul, lungimea, fanta de măciniș și de modul de funcționare a sitelor.

Morile cu două valțuri posedă tăvălugi nerifluiți, cu diametrul uzual de 250 mm, construiți din fontă dură, din care are o poziție fixă, iar celălalt poate fi deplasat cu ajutorul unui arc, permițând reglarea fantei de măciniș. Tăvălugii se rotesc în sens contrar cu aceeași turație. Cu astfel de mori se pot obține șroturi grosiere constituite din cca. 20 % coji, 50 % grișuri și 30 % făină. La un număr de 180...210 rot/min se realizează productivități de 15...20 kg/cm și oră. Se obțin randamente satisfăcătoare numai la folosirea de malțuri cu solubilizare bună.

Morile cu patru valțuri (v. fig. 3.2) posedă un mic tăvălug de distribuție 1 care, împreună cu dispozitivul de reglare a alimentării 2, asigură încărcarea uniformă a primei perechi de tăvălugi

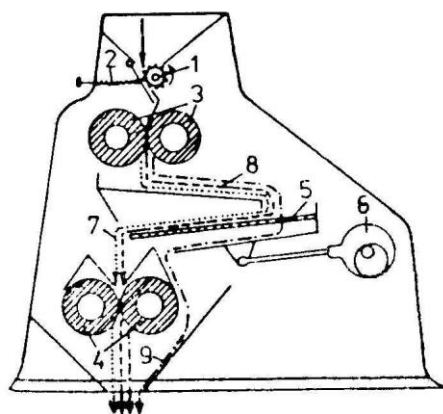


Fig. 3.2 Schema unei mori cu patru valțuri: 1 - tăvălug de distribuție; 2 - dispozitiv de reglare a alimentării; 3 - tăvălugi de măcinare grosieră; 4 - tăvălugi de măcinare fină; 5 - sită oscilantă; 6 - bielă; 7 - coji; 8 - grișuri; 9 - făină.

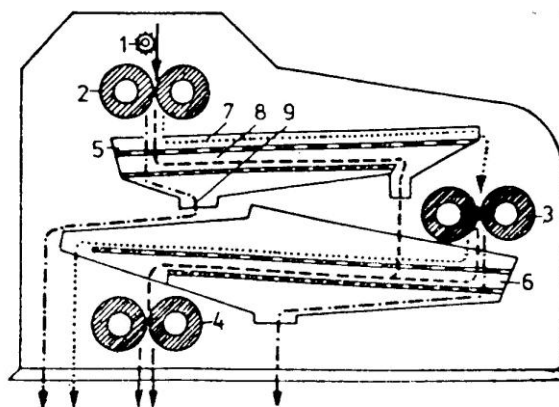


Fig. 3.3. Schema unei mori cu șase valțuri:

1 - valț de distribuție; 2 - pereche de valțuri de prezdrobire; 3 - pereche de valțuri pentru coji; 4 - pereche de valțuri pentru grișuri; 5 - sită oscilantă superioară; 6 - sită oscilantă inferioară; 7 - coji cu grișuri aderente; 8 - grișuri; 9 - făină.

de măcinare grosieră 3, astfel realizată, încât să se efectueze numai o spargere a bobului, dar nu și o rupere a cojii. Granulele mici trec prin fantă fără a fi sfărâmate. Șrotul rezultat este constituit din cca. 40 % coji, 50 % grișuri și 10 % făină 9, iar turația este sub 160 rot/min. Urmează a doua pereche de valțuri 4, care au cca. 260 rot/min, distanța dintre ele fiind mai mică. În urma premăruntirii, volumul șrotului crește cu 50 %, ceea ce determină mărirea turației la a doua pereche de valțuri. La aceste tipuri de mori se separă șrotul de la prima pereche de valțuri cu site oscilante 5, acționate cu biela 6 și se macină separat. Măcinarea fină se efectuează numai la grișurile grosiere 8 și pentru aceasta, tăvălugii de la a doua pereche de valțuri au viteze diferite, respectiv de 330 și 165 rot/min. Sitele se curăță continuu cu ajutorul unor bile de cauciuc.

De cele mai multe ori se utilizează mori cu șase valțuri (v. fig. 3.3). Alimentarea malțului se realizează cu un valț de distribuire rifluit 1 pe întreaga lungime, după care, acesta trece prin perechea de tăvălugi de prezdrobire 2, care au diametru de 250 mm și o turație de 405...422 rot/min. Măcinișul cade pe o sită care separă șrotul în făină și grișuri, iar cojile ce nu trec prin sită ajung la a doua pereche de valțuri 3 care au turația de 400 rot/min. De aici are loc o nouă cernere în coji și făină, iar grișurile trec la a treia pereche de valțuri rifluite 4. Ele au turații diferite, respectiv de 380 și 440 rot/min. Este posibilă separarea cojilor și introducerea lor la plămădire prin dozare automată.

În situația utilizării de cazane de filtrare, prima și a doua pereche de valțuri sunt netede, spre deosebire de cazul folosirii filtrelor de plămădă, când aceste valțuri posedă 600...900 rifluri. Valțurile de grișuri au 560...700 rifluri și se rotesc întotdeauna în sens contrar, uneori cu viteze diferite. Dinții riflurilor sunt paraleli cu axul lagărului și au o înclinare slabă.

Viteza periferică a valțurilor variază între 2,5...4 m/s. Distanța dintre valțuri poate fi reglată între 0,2 și 2,5 mm, cu o precizie a reglării distanței de 0,03 mm. Pentru morile cu șase valțuri fanta la perechea de prezdrobire este de 1,3 mm, la perechea de tăvălugi de coji de 0,8 mm și la perechea de tăvălugi pentru grișuri de 0,35 mm.

Capacitatea morilor cu șase valțuri este de până la 14 t/h, cu o putere instalată de 2,3 – 2,5 kW pentru obținerea măcinișului pentru cazane de filtrare, de 3,3 – 3,8 pentru filtru de plămădă.

Măcinarea în mori cu ciocane este indicată atunci când filtrarea mustului de malț se face în filtrul 2001, cu spațiu mic pentru borhotul de malț și strat filtrant de polipropilenă, în care caz măcinișul trebuie să aibă dimensiuni mici.

3.2.2 Măcinarea uscată cu condiționarea prealabilă a malțului

Condiționarea malțului constă în ridicarea umidității malțului cu 0,1 %, cu ajutorul apei sau aburului, în scopul creșterii elasticității cojilor și măcinării lor în fragmente cât mai mari. La condiționare, absorbția apei în bob este neuniformă. Conținutul de apă al cojilor crește cu 1,5 – 1,7 %, iar al endospermului numai cu 0,3 – 0,5 %. Prin condiționarea malțului crește volumul borhotului, crește viteza de scurgere a mustului la filtrare, crește randamentul în extract și scade durata de zaharificare. În timpul condiționării temperatura malțului trebuie să fie mai mică de 40 °C.

Condiționarea malțului poate fi făcută astfel:

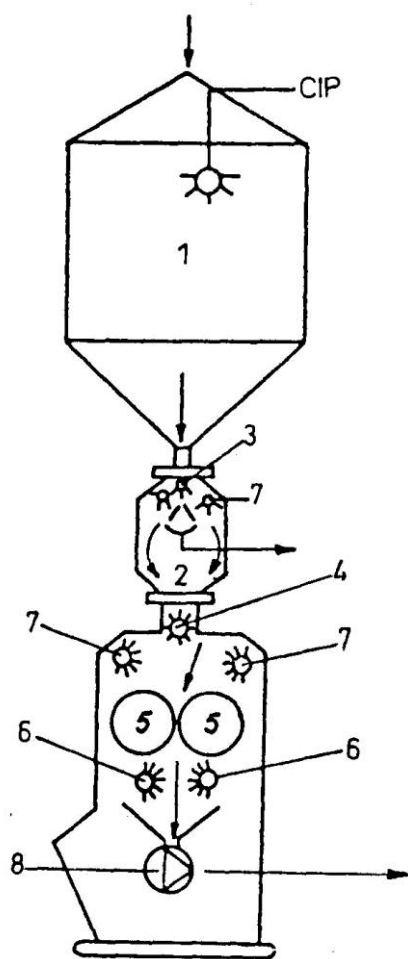


Fig. 3.4. Moară pentru măcinarea malțului cu instalație de condiționare încorporată: 1 – rezervor de malț; 2 – instalație de condiționare; 3 – alimentare cu apă; 4 – valț de dozare; 5 – valțuri de măcinare; 6 – duze; 7 – duze de spălare; 8 – pompă de plămădă.

- *în șnec de condiționare*, unde timp de un minut, malțul este pulverizat cu apă la o temperatură de 30 °C, în timp ce se deplasează prin utilaj.

Majoritatea șnecurilor sunt tubulare, cu lungimi de 2...3 m și cu manta de încălzire. Ele au și aripioare cu poziții reglabile, influențând prin aceasta durata de condiționare.

Prin condiționarea malțului se reduce spongiozitatea cojilor fără a se înmuia prea mult făina. Cojile elastice posedă o capacitate mai bună de filtrare, iar la plămădire se extrag mai puțin substanțele tanante, rezultând musturi de culoare mai deschisă.

- *prin înmuiere*, care se realizează în mori care au încorporate și instalația de condiționare. Morile de acest tip sunt cu două sau cu patru valțuri. Instalația de condiționare, care este fără piese în mișcare (fig. 3.4), realizează înmuierea cojilor boabelor de malț prin trecerea lor într-o cuvă de înmuiere, timp de 1 min. În timpul trecerii malțului prin cuva de înmuiere, acesta este pulverizat cu apă cu temperatura de 60...70 °C. În continuare, malțul condiționat este trecut la o moară prevăzută cu valț dozator unde, la prima pereche de valțuri, sunt desprinse cojile, iar la a doua pereche este măcinat endospermul. Măcinișul este amestecat cu apa de plămădire și este scos din cuva morii cu o pompă sub formă de plămadă. Valțurile de măcinare sunt rifluite, distanța dintre ele fiind de 0,25 – 0,4 mm, distanță care poate fi ajustată continuu. Productivitatea morilor cu condiționare prealabilă este de 4 ...20 t/h.

3.2.3. Măcinarea umedă a malțului

În vederea măririi productivității la filtrare s-au introdus mori de măcinare umedă. Acestea permit încărcarea cazanelor de filtrare cu 300...350 kg/m² și realizarea unei înălțimi a stratului de borhot de 50...65 cm.

În vederea măcinării umede (fig. 3.5), malțul este înmuiat într-un rezervor 1, timp de 15...30 min. până la o umiditate de 20...30 %. Apoi, trece prin intermediul unui valț de distribuție 5, printr-o pereche de valțuri de strivire 3 și 4, care asigură dislocarea miezului fără vătămarea cojilor. Perechea de valțuri din fontă dură este rifluită. Valțurile au diametru de 400 mm și 465 rot/min. Fanta de măciniș este de 0,3...0,4 mm. Măcinișul cade într-un rezervor 2, unde are loc o omogenizare cu ajutorul unui agitator. Șrotul fin distribuit este pompat cu ajutorul pompei 6 în cazanul de plămădire. Doza de apă este reglată automat cu instalația 7.

În țara noastră se construiește o instalație de măcinare umedă cu o capacitate de 6.000 kg malț/h. Buncărul de înmuiere este construit din tablă de oțel și are o capacitate de 12,5 m³. În acesta are loc înmuierea timp de circa 20 min, cu apă caldă de cca. 50°C. Cantitatea de malț introdusă în buncăr este de 4000...5000 kg, ea fiind dozată de un cântar cu cupă basculantă, întreaga instalație putând funcționa automat. Doza de apă este de cca. 70...75 l/100 kg malț. Apa introdusă în buncăr trece printr-o sită, unde ajunge la o conductă din oțel inoxidabil care duce în cuva valțului și apoi în pompa care o refuză în partea superioară, unde, cu o duză, este injectat

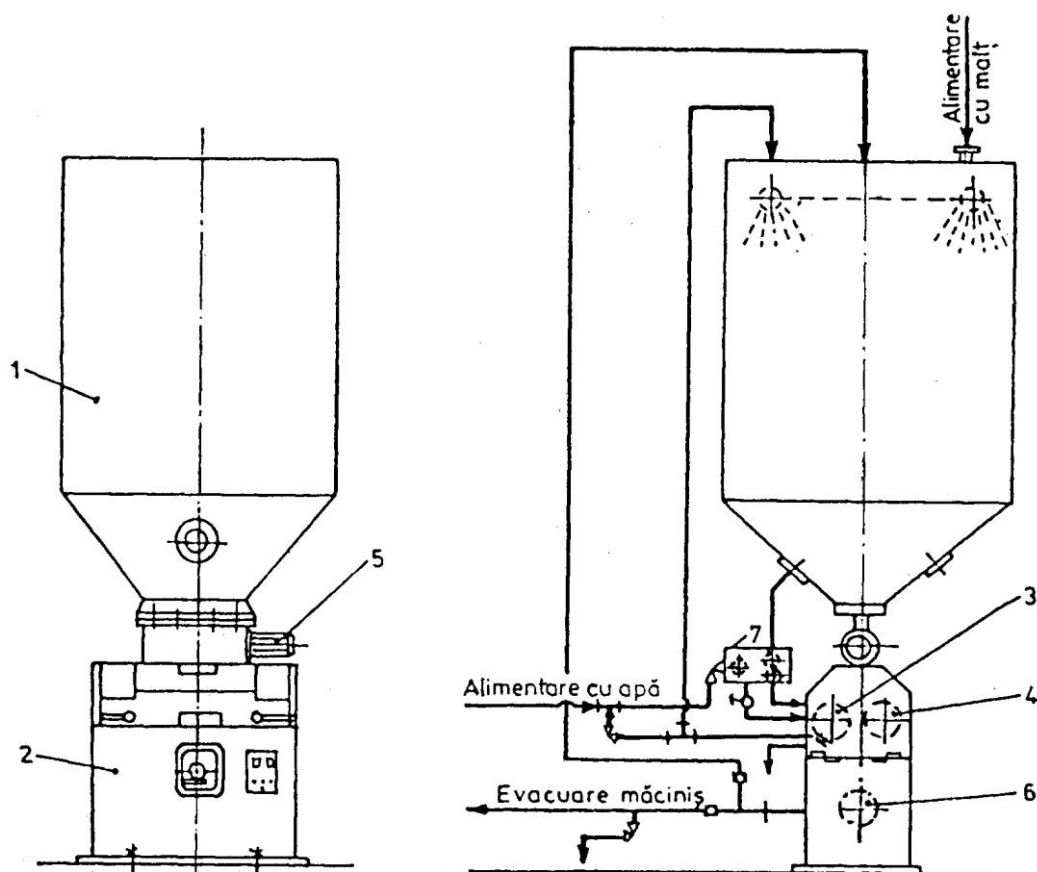


Fig. 3.5. Principiul de funcționare a instalației de măcinare umedă a malțului:
1 – buncăr de alimentare; 2 – rezervor de măciniș; 3 și 4 – valțuri de strivire; 5 – valț de distribuție; 6 – pompă; 7 – dispozitiv de dozare apă.

peste stratul de malț.

Batiul este construit din tablă de oțel inoxidabil. În el se găsesc cei doi tăvălugi de măcinare din fontă turnată în cochilă, cu o duritate de cca. 500 HB. Tăvălugii sunt rifluiți cu 40, respectiv 80 rifluri pe întreaga suprafață. Tăvălugul din față este acționat de un motor de 11 kW, iar cel din spate, de alt motor de aceeași putere. Așezarea tăvălugilor este astfel dispusă ca riflurile să acționeze tăiș/spate. Tăvălugii sunt prevăzuți cu răzuitoare.

Cuva în care se strânge malțul măcinat este confecționat din oțel inoxidabil. De aici măcinișul este transportat cu o pompă cu șurub la cazanul de plămădire sau prin cădere directă, în cazul montării morii peste cazan.

Instalația electrică și de automatizare asigură alimentarea cu energie electrică pentru acționarea motoarelor tăvălugilor, a unui vibrator și eventual a pompei pentru măciniș, precum și pentru prepararea apei calde, inclusiv circuitul acesteia prin acționarea de ventile pneumatice. Apa este distribuită în trei circuite, respectiv pentru înmuiere, măcinare și spălare. Pompa de evacuare are un debit de 12,5 m³/h, fiind acționată de un motor electric de 5,5 kW.

Tăvălugii valțului au o lungime de lucru de 995 mm și un diametru de 300 mm. Turația tăvălugului din față este de 428 rot/min., iar a tăvălugului din spate de 398 rot/min. Instalația

dispune de duze de pulverizare care permit o curățire riguroasă a tuturor părților care ajung în contact cu malțul. Necesarul de spațiu este de 6,5 m³.

3.2.4. Morile cu ciocane

Morile uzuale cu ciocane permit obținerea de șroturi foarte fine, cu proporții de făină de până la 99 %. Ele se pretează pentru procesele de filtrare continuă a plămezii cu filtrare rotativă sub vid, filtrele cu benzi sau de limpezire cu separatoare centrifugale. Consumul de energie electrică depășește de câteva ori pe cel al altor tipuri de mori. Sitele folosite au ochiuri de 0,3...0,8 mm. Procesele enzimactice de la plămădire se intensifică considerabil deși se solubilizează compuși nedorți și vâscozitatea mustului crește. Produsul măcinat este o pudră de culoare albă, din care cojile pot fi semnalate cu mare greutate. Procesul de plămădire cu făina astfel obținut poate fi efectuat în maxim 45 min. față de 2...3 ore, necesare conform tehnologiei uzuale. Se utilizează mori cu 1500 și 3000 rot/min. Consumul specific de energie electrică este de 18 kWh/t măciniș.

3.2.5. Morile prin impact

O altă serie de mori se bazează pe principiul mărunțirii prin impact. Boabele individuale sunt supuse unei viteze mari de deplasare, cu ajutorul unor discuri de împrăștiere și proiectare pe un perete. În felul acesta ele sunt zdrobite, distribuția pe fracțiuni de mărimi putând fi reglată în anumite limite prin viteza de impact. Nu este posibilă limitarea pe fracțiuni de mărimi.

Pe acest principiu funcționează așa zisele mori *Strato* care au motoare de curent continuu cu turație reglabilă fără trepte.

4 PLĂMĂDIREA ȘI ZAHARIFICAREA PLĂMEZII (BRASAJUL)

4.1 Generalități

Operația se execută în scopul obținerii mustului de malț. La brasaj, cea mai mare parte a substanței uscate a malțului, care este insolubilă, trebuie să devină cât mai solubilă. Substanțele care trec în soluție la brasaj formează extractul mustului. O mică parte din extract este formată prin dizolvarea substanțelor solubile existente în malț, dar cea mai mare parte provine în urma acțiunii enzimelor asupra componentelor macromoleculare din malț. La brasaj, dezagregarea amidonului până la produși ce nu mai dau colorație cu iodul este foarte importantă, deoarece urmele de amidon nedegradat în bere produc tulburarea aminodonoasă a acesteia.

Pentru realizarea brasajului este necesară amestecarea intensă a măcinșului cu apă, în vederea dispersării avansate a uruielii și încălzirea corespunzătoare, pentru a permite desfășurarea optimă a reacțiilor enzimatice de descompunere a amidonului și de scindare a proteinelor insolubile în componenți solubili mai simpli. Deoarece în proces participă mai multe tipuri de enzime cu domenii diferite de activitate optimă, desfășurarea plămădirii depinde de variația în timp a temperaturii, de procesul tehnologic aplicat (infuzie sau decoctie), de pH-ul mediului, de caracteristicile materiei prime, de modul de măcinare (uscată sau umedă) și de tipul de bere avut în vedere.

Degradarea amidonului decurge în trei stadii: absorbția apei și umflarea granulei de amidon; gelatinizarea amidonului și degradarea enzimatică a componentelor granulei de amidon (lichefiere și zaharificare).

În stadiul întâi, granula de amidon absoarbe apă, cu atât mai mult cu cât temperatura apei este mai mare și își mărește volumul, care devine maxim la temperatura de 50 °C.

În stadiul al doilea, care se desfășoară la temperaturi mai mari, granula de amidon se fisurează, iar la temperatura de gelatinizare granula se distruge și amidonul se transformă într-o soluție vâscoasă care la răcire dă gelul de amidon. Temperatura de gelatinizare a amidonului este de 70...80 °C.

Acțiunea de zaharificare a enzimelor este influențată de: calitatea malțului, temperatura plămezii, pH-ul plămezii și concentrația în substanță uscată a plămezii.

Influența temperaturii plămezii. Pauze mai lungi la temperatura de 62...63 °C conduc la musturi mai bogate în maltoză, cu fermentescibilitate mai mare. Pauze mai lungi la temperatura de 72...75 °C conduc la musturi mai bogate în dextrine, deci cu fermentescibilitate mai redusă (scăzută).

Tabelul 4.1

Influența temperaturii plămezii și a duratei brasajului asupra gradului final de fermentare a mustului (% aparent)

Temperatura °C	Durata brasajului, min				
	5	20	40	80	100
50	53,5	-	-	71,2	75,9
55	67,6	-	-	79,2	86,7
60	83,3	-	-	86,4	89,5
63	83,9	-	-	87,9	89,7
67	83,8	85,2	84,8	85,3	85,7
71	69,8	68,5	67,8	67,4	67,8
75	39,1	39,0	38,1	38,5	37,6
80	28,3	-	-	26,2	25,0

Intensitatea activității enzimelor este neuniformă în timp: ea atinge un maximum după primele 10 – 20 minute, apoi descrește puternic după 40 – 60 min, respectiv mult mai lent la sfârșitul brasajului, fapt care se manifestă în dinamica fermentescibilității mustului (v. tabelul 4.1).

Asupra fermentescibilității mustului are influență și temperatura de plămădire, temperaturi mai scăzute favorizând degradarea gumelor și proteinelor din pereții celulari (v. tabelul 4.2).

Tabelul 4.2

Influența temperaturii de plămădire asupra gradului final aparent de fermentare

Temperatura de plămădire, °C	58	62	65	50/60
Gradul final aparent de fermentare, %	80,0	82,5	81,4	83,6

Pauzele la temperaturi de 68...75 °C influențează durata de zaharificare a plămezii (v. tabelul 4.3).

Tabelul 4.3

Influența temperaturii de zaharificare asupra duratei de zaharificare

Temperatura de zaharificare, °C	68	70	72	74	76
Durata de zaharificare, min	35	20	15	10	5

Necesarul de apă la plămădire. Cantitatea de apă de plămădire în raport cu cea de malț determină concentrația plămezii și influențează compoziția mustului și tipul berii. Pentru berile de culoare deschisă se utilizează cantități mai mari de apă de plămădire (raport malț/apă = 1/4 sau chiar 1/5) în comparație cu berile de culoare închisă (raport 1/2 sau 1/2,5) care, la pauza de zaharificare se aduc la concentrații mai mici, corespunzătoare raportului 1/3,5 sau 1/5.

Cantitatea de apă de plămădire necesară obținerii unei anumite concentrații a primului must (e_{pm}), atunci când se prelucrează 100 kg malț cu randament în extract R , se determină cu relația:

$$C = \frac{R \cdot (100 - e_{pm})}{e_{pm}} \quad [\text{hl apă} / 100 \text{ kg malț}]. \quad (4.1)$$

Mustul rezultat M (kg) din 100 kg malț va fi:

$$M = R + C. \quad (4.2)$$

Concentrația procentuală a acestui must se calculează cu relația:

$$e_{pm}[\%] = \frac{100 \cdot R}{R + C} = \frac{100 \cdot R}{M}. \quad (4.3)$$

Volumul plămezii obținute din 100 kg malț se calculează cu relația:

$$V = C + 0,7 \quad [\text{hl} / 100 \text{ kg malț}], \quad (4.4)$$

în care: 0,7 reprezintă volumul ocupat de 100 kg măciniș utilizat la plămădire.

Tabelul 4.4

Concentrația primului must, volumul de apă de plămădire și volumul plămezii pentru un randament $R = 75\%$

Extractul primului must $e_{pm}, \%$	Apa de plămădire $C, \text{l}/100 \text{ kg malț}$	Volumul plămezii $V, \text{l}/100 \text{ kg malț}$	Extractul primului must $e_{pm}, \%$	Apa de plămădire $C, \text{l}/100 \text{ kg malț}$	Volumul plămezii $V, \text{l}/100 \text{ kg malț}$
12	550	620	18	342	412
13	502	572	19	320	390
14	461	531	20	300	370
15	425	495	21	282	352
16	394	464	22	266	336
17	366	436	-	-	-

Pentru utilizări practice, necesarul de apă de plămădire și volumul plămezii în funcție de concentrația primului must sunt prezentate în tabelul 4.4.

Dacă randamentul în extract al malțului este diferit de 75%, cantitatea de apă de plămădire trebuie calculată cu relația corespunzătoare. Pentru randamente de 71...77%, valorile sunt prezentate în tabelul 4.5.

Tabelul 4.5

Cantitatea de apă de plămădire, în hl / 100 kg malț, în funcție de randamentul

Concentrația primului must e_{pm} , %	Randamentul în extract, %						
	71	72	73	74	75	76	77
15	4,02	4,08	4,14	4,19	4,24	4,31	4,36
16	3,73	3,78	3,83	3,89	3,94	3,99	4,04
17	3,47	3,51	3,56	3,61	3,66	3,71	3,76
18	3,23	3,28	3,33	3,37	3,42	3,46	3,51
19	3,02	3,07	3,11	3,15	3,19	3,24	3,28
20	2,84	2,88	2,92	2,96	3,00	3,04	3,08
21	2,67	2,71	2,75	2,78	2,82	2,86	2,90

Pentru plămădire se folosesc utilajele prezentate în continuare.

4.2 Tubul de preplămădire

În mod frecvent, în vederea grăbirii procesului, se procedează la preplămădire, respectiv la o amestecare a șrotului cu apă în tuburi verticale în care cade măcinișul peste un distribuitor sub formă de pâlnie cu vârful în sus și cu unghiul variabil prin intermediul unei manete. Apa este debitată sub pâlnie printr-o conductă și fin dispersată prin izbirea pâlniei.

Dimensiunile uzuale ale preplămăditorului sunt: înălțimea – 100 cm, diametrul maxim 40 cm. Schema de principiu a acesui utilaj este prezentată în figura 4.1.

4.3 Cazanul de plămădire

Servește pentru plămădire și menținerea plămezii reziduale la brasajul prin decoctie. Cazanele sunt de diferite tipuri constructive: cu secțiune circulară și fund bombat, cu secțiune rectangulară cu fund în formă de pană, așa cum este cel din instalația Hydroautomatic (fig. 4.3) sau cu fund semicilindric, cum este cel din instalația-bloc. Cazanele sunt confecționate din tablă de cupru, din oțel inoxidabil sau oțel obișnuit placat cu tablă din oțel inoxidabil cu grosimea de 1,5 – 2 mm și sunt izolate termic la exterior. Încălzirea plămezii se face cu abur sau cu apă caldă. Suprafața de schimb de căldură este formată dintr-o manta dublă din profiluri sudate pe peretele exterior sau din țevi semicilindrice sudate pe peretele exterior. La cazanele cu secțiune circulară, în interior poate fi montată o suprafață de încălzire suplimentară sub forma unui fierbător tubular. Suprafața de încălzire trebuie să asigure un ritm de încălzire de 1 °C / min. Volumul util al cazanului este de circa 60% din volumul total, iar acesta este de 7 – 8 hl pentru 100 kg malț. Cazanele sunt prevăzute cu agitator pentru asigurarea unei bune omogenizări a plămezii, o distribuție uniformă a temperaturii în plămădă, fără modificarea structurii particulelor de plămădă sau emulsionarea ei. Prin formă și turație, agitatorul trebuie să permită o înglobare minimă de oxigen în plămădă. Turația agitatorului este de 10 – 12 rot/min, pentru omogenizare și 35 rot/min la golirea plămezii.

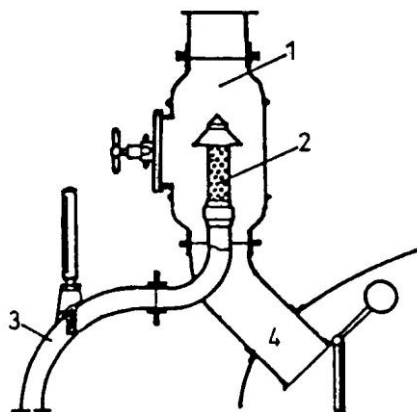


Fig. 4.1. Schema unui preplămăditor de malț: 1 – intrare malț; 2 – alimentare cu apă; 3 – tub perforat; 4 – plămădă.

Cazan clasic de plămădire cu serpentine de încălzire. Este un recipient metallic cu dispozitive de încălzire indirectă și de asigurare (fig. 4.2). La instalația clasică predomină secțiunea rotundă, fundul bombat sau plan, mantaua de încălzire izolată, capacul cu hotă pentru

evacuarea vaporilor. Părțile în contact cu produsul sunt confecționate din cupru și mai rar din tablă de oțel.

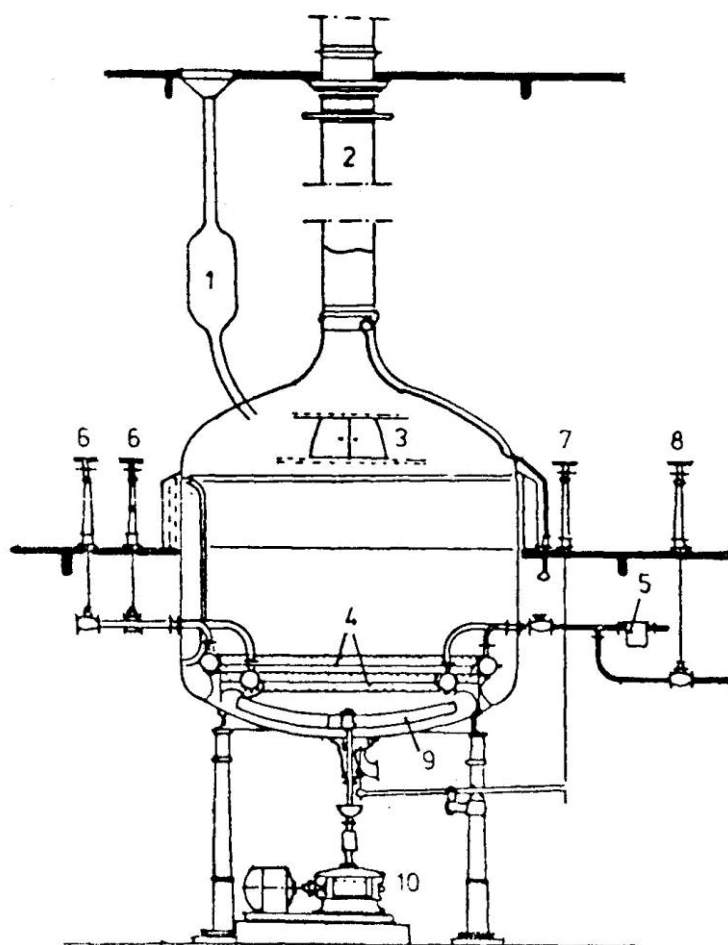


Fig.4.2. Schema unui cazan clasic de plămădire cu serpentine de încălzire: 1 – preplămăditor; 2 – hotă; 3 – vizor; 4 – serpentină de încălzire; 5 – oală de condens; 6 – ventile de abur pentru două rânduri de serpentine; 7 – ventil de golire; 8 – ventil de evacuare directă a condensului; 9 – agitator; 10 – motor electric de acționare.

Capacitatea utilă este de 6...8 hl/100 kg măciniș, ceea ce corespunde cu o cantitate de 3...4 hl apă.

Agitatorul trebuie astfel dimensionat încât să asigure o amestecare intimă, o mărire a turbulenței pentru creșterea coeficientului de transmisie a căldurii prin perete și să evite o vătămare a cojilor ce vor constitui patul filtrant în cazul utilizării de cazane de filtrare. Forma și turația agitatorului sunt astfel alese încât să realizeze o ridicare a plămезii pe marginea cazanului și căderea acesteia în partea centrală, asigurându-se obținerea unei turbulențe ridicate. Se preferă agitatorul de tip elice. Acționarea agitatorului are loc de jos, realizându-se de cele mai multe ori 2 viteze. În momentul încărcării se lucrează cu viteza mare de 35...40 rot/min, iar la sfârșitul procesului, în momentul transvazării, cu 10...12 rot/min. Uneori se aplică și o viteză intermediară de cca. 20 rot/min în faza de încălzire, în vederea îmbunătățirii transferului termic. Suprafața de încălzire se calculează pentru viteze de încălzire de 1,2...1,5 °C/min. Pierderile de căldură sunt de max. 8%. Presiunea aburului este sub 4 bar.

Încălzirea are loc prin manta cu abur, aplicată pe fund sau cu serpentine.

Acestea din urmă se construiesc mai ușor, dar se curăță mai greu. La un diametru mic au un coeficient de transmisie a căldurii mai bun, dar necesită o lungime mai mare. În mod uzual, serpentinele se amplasează pe unul sau două rânduri inelare. Mai rar se utilizează țevi rotative de încălzire, care îndeplinesc și funcția de agitator. În acest caz schimbul termic este mai bun, dar construcția mai greoaie.

Suprafața de încălzire se dimensionează la 1/12 din capacitatea utilă în situația utilizării de abur de 2 bar. La presiuni mai mari ale aburului se împarte rezultatul cu P/2, în care P reprezintă presiunea exprimată în bar.

Majoritatea cazanelor sunt prevă-zute cu termometru înregistrator.

Capacitatea necesară pentru cazanul de plămădire depinde, în primul rând, de procesul tehnologic aplicat. În cazul infuziei solubilizarea și dezagregarea componentelor malțului au loc fără fierbere, în același cazan de plămădire. O astfel de schemă necesită un singur cazan de plămădire și zaharificare, un consum redus de energie electrică și termică, iar durata procesului este mai scurtă și posibilitatea de automatizare mai ușoară. Randamentul de extracție este mai scăzut și gradul final de fermentație mai redus, în special în cazul neutilizării de enzime.

Diametrul este aproximativ de două ori mai mare decât înălțimea cazanului.

La aplicarea de procedee de decoctie este necesară trecerea unei părți de plămădă într-un alt cazan (de zaharificare) în care are loc fierberea și apoi returnarea conținutului în cazanul de plămădire. Operația poate fi repetată, ceea ce conduce la un consum de energie termică și electrică cu 30...40% mai ridicat decât la procedeele prin infuzie. În momentul transvazării se oprește agitatorul pentru a permite stratificarea plămezii, urmând a se fierbe porțiunea groasă ce se lasă la fund.

Cazanele clasice de zaharificare nu diferă constructiv de cele de plămădire, dar au capacități mai mici sau egale cu acestea. În ultimul caz ele sunt interschimbabile. Astfel se urmărește realizarea unei viteze mai mari de încălzire, respectiv de 2 °C/min.

Se dimensionează la 3,25 hl/100 kg măcinii deși, practic, capacitate necesară corespunde cu cca. 40% față de cea a cazanelor de plămădire, la procedeele uzuale de decoctie cu 2 sau 3 plămezi.

În cazul aplicării de metode de decoctie volumul plămezii de fiert, față de volumul total, se determină cu formula:

$$V = \frac{(T - t) \cdot 100}{90 - t} \% \quad (4.5)$$

în care:

T este temperatura de zaharificare;

t - temperatura de proteoliză;

V - proporția de plămădă fiartă, %.

În prezent se construiesc, de preferință, cazane de plămădire de formă paralelipipedică cu fund înclinat, confecționate din oțel inoxidabil, oțel simplu sau placat cu tablă din oțel inoxidabil. Ele au mai multe agitatoare, astfel încât să asigure o uniformizare rapidă a întregii mase. Se folosesc agitatoare cu 40...60 rot/min, acționate de sus. Pentru prevenirea oxidării în decursul plămădirii și zaharificării, agitatoarele se utilizează numai în momentul încălzirii și omogenizării, cât și la transvazarea plămezilor dintr-un cazan în altul, sau la golire, dar nu și în decursul diverselor faze de repaus proteolitic, amiolitic și de plămădire finală.

În țara noastră se construiesc cazane de plămădire și zaharificare de tip paralelipedic cu fundul slab înclinat spre mijloc la un unghi de 15 ° față de axul longitudinal (v. fig. 4.4).

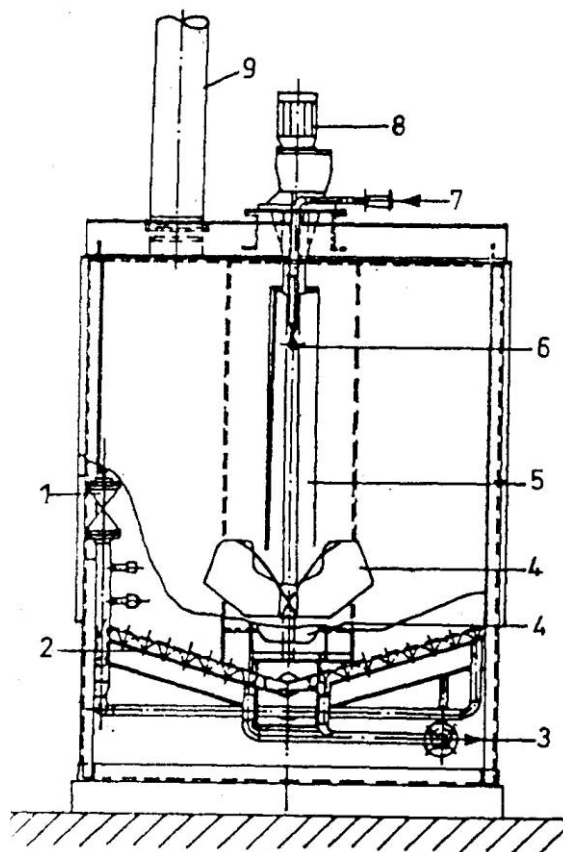


Fig. 4.3. Cazan de plămădire cu secțiune rectangulară (din instalația Hydroautomatic): 1 – intrare abur; 2 – manta de încălzire; 3 – condens; 4 – agitator; 5 – vizor; 6 – cap de spălare; 7 – conductă de apă; 8 – electromotor; 9 – hotă pentru abur secundar.

Cazanele diferă numai în ceea ce privește capacul, acesta fiind mai solid la cazanul de plămădire, peste care se montează moara de măcinare umedă. Cordul cazanului este confecționat din oțel, iar capacul din oțel inoxidabil.

Cazanul este prevăzut cu două agitatoare cu două turații. Pereții și fundul recipientului sunt izolați cu vată minerală.

Pe capac se află tubulatura de aerisire pentru eliminarea vaporilor care rezultă în decursul proceselor de încălzire, două racorduri pentru introducerea măcinușului de la 2 mori de măcinat umede și unul pentru alimentarea cu plămadă de cereale nemălțificate. De asemenea, pe capac se află ștuțuri pentru alimentare cu apă de spălare caldă și rece, cât și pentru apă de adaus utilizată, de obicei, de la epuizarea borhotului. Pe capac se găsesc și acționările celor două agitatoare.

Pe pereții frontali sunt montate gura de vizitare, un vizor de sticlă și un robinet pentru luare de probe.

Încălzirea se efectuează cu abur de 3 bar prin plăci prevăzute în partea conică.

La dimensionarea cazanului s-a avut în vedere asigurarea unui coeficient de umplere de 0,8 în situația cea mai nefavorabilă, în care la o șarjă de 3.500 kg măciniș se folosește o cantitate de 20% cereale nemălțificate. Astfel rezultă un volum ocupat de malț de 2,56 m³, iar la un necesar

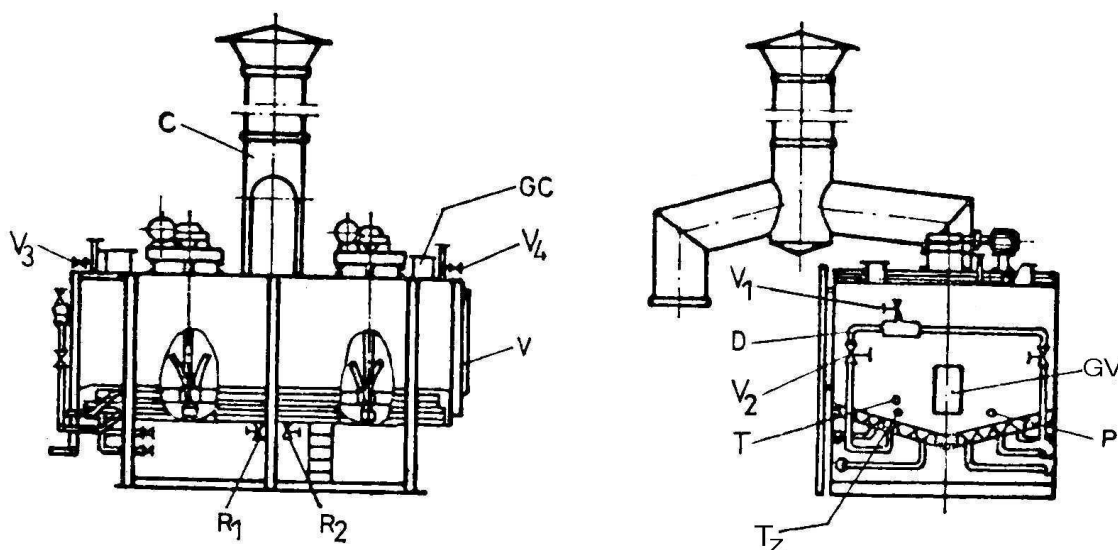


Fig. 4.4. Cazan paralelipedic de plămădire:

V₁ și V₂ – admisie abur; V₃ refolosire ape spălare; V₄ – alimentare apă spălare; GC – gură control; V – vizor; GV – gură de vizitare; P – ștuț probă; T_z – termorezistență; T – termometru;

C – cos de aerisire; D – distribuitor; R₁ – evacuare ape sărate; R₂ – evacuare plămadă

de apă de plămădire de 4 hl /100 kg măciniș, un volum ocupat de plămadă de malț de 13,77 m³. Adăugându-se la aceasta volumul plămezii rezultat din cazanul de fierbere cereale nemălțificate de 5,98 m³, reiese un volum util total de 19,75 m³. Luând în considerație coeficientul de umplere de 0,8 rezultă un volum necesar pentru cazanul de plămădire de 26 m³. Practic, acesta are 26,3 m³, la o lungime totală de 5.618 mm, lățime de 3.096 mm și înălțime de 3.762 mm.

Pentru o șarjă se folosesc următoarele cantități de plămezi:

- plămadă de malț P_m = 2.803 kg măciniș + 11.212 kg apă = 14.015 kg
- plămadă de porumb P_p = 792 kg mălai + 3.960+ kg apă = 4.752 kg
- total plămadă pentru o șarjă (P) = 18.767 kg.

În cele ce urmează se redau calculele pentru determinarea grosimii peretelui vertical, a suprafeței de încălzire și a puterii motorului.

Pentru determinarea grosimii peretelui vertical se ține cont de următorii parametrii: ρ este masa specifică a plămezii 1.090 kg/m³; h - înălțimea părții paralelipedice 1,7 m.

Presiunea exercitată asupra părții inferioare a peretelui vertical este:

$$P = \rho \cdot h = 1090 \cdot 1,7 = 1.833 \text{ [kgf/ m}^2\text{]}.$$

Efortul unitar specific, după Bach, este:

$$\sigma_a = \frac{0,75 \cdot P \left(\frac{b}{h} \right)^2}{20000 \left(1 + \frac{b^2}{h^2} \right)} \quad (4.6)$$

în care b este distanța dintre două întărituri verticale, $b = 84,5$ cm

Pentru oțel de tip OL 37, rezultă la 100°C ;

$$\sigma_a = 0,55 \cdot 2200 = 1210 \text{ kgf/cm}^2. \quad (4.7)$$

Grosimea peretelui va fi:

$$t_1 = 0,0001225 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{\frac{p}{h^2 + b^2}} + C_1 + C_2 = 0,398 + 0,2 + 0,1 = 0,698 \text{ cm} \quad (4.8)$$

unde: $C_1 = 0,2$ fiind adaus de coroziune; $C_2 = 0,1$ reprezentând adausul tehnologic.

Se adoptă constructiv $t_1 = 8$ mm.

La calculul grosimii fundului se ține cont de relația:

$$p = \sigma_a \cdot h_2 = 1090 \cdot 20,75 = 2.260 \text{ kgf/m}^2. \quad (4.9)$$

Pentru calculul necesarului de abur se ține cont de presiunea necesară de 3 bar și de randamentul termic de 90%.

Pentru plămădire vor fi necesare următoarele cantități de căldură:

- menținerea temperaturii la 40°C timp de 10 minute:

$$Q_1 = \frac{18767 \cdot 0,01 \cdot 10}{60} \cdot 540 = 16890 \text{ kcal}$$

Pentru o oră, revine:

$$Q_{1h} = \frac{16890 \cdot 60}{10} = 101340 \text{ kcal}$$

În mod similar, rezultă:

- pentru menținerea la 52°C a $2/3$ din plămadă timp de 95 min.,

$$Q_2 = 106969 \text{ kcal};$$

- pentru menținerea la 64°C a $1/2$ din plămadă de 85 min., $Q_3 = 71780$ kcal.

Cantitatea totală de căldură necesară va fi:

$$Q_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 16890 + 106968 + 71780 = 195639 \text{ kcal}.$$

Consumul de abur, la un randament de 90 %, va fi:

$$A = \frac{195639}{(650,3 - 100) \cdot 0,90} = 395 \text{ kg/șarjă},$$

în care 650,3 reprezintă entalpia aburului la presiunea de 3 bar.

Raportat la unitatea de timp, după aceleași criterii de calcul, reies următoarele consumuri de abur:

- pentru plămădire 442 kg/h;
- pentru zaharificare 809 kg/h;
- consumul total de abur 1251 kg/h.

În vederea determinării suprafeței de încălzire, se ia în considerație situația cea mai dezavantajoasă, respectiv faza a doua de ridicare a temperaturii jumătății de plămadă, de la 70°C la 100°C , în cazanul de zaharificare, rezultând un necesar de căldură de:

$$Q_5 = \frac{18707}{2} \cdot 0,885(100 - 70) = 249154 \text{ kcal},$$

unde 0,885 reprezintă căldura specifică a plămezii.

Procesul durând 25 min., revine pe oră:

$$Q_{5h} = \frac{249.145.60}{25} = 597948 \text{ kcal}$$

Suprafața de schimb de căldură se calculează cu formula:

$$S = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_m}, \quad (4.10)$$

în care: $Q = Q_{5h} = 597948 \text{ kcal/h}$; K este coeficientul total de transmisie a căldurii; Δt_m reprezintă diferența medie de temperatură.

Diferența medie de temperatură va fi:

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}, \quad (4.11)$$

$$\Delta t_{\max} = 132,88 - 70 = 62,88^\circ \text{C},$$

$$\Delta t_{\min} = 132,88 - 100 = 32,88^\circ \text{C},$$

$$\Delta t_m = \frac{62,88 - 32,88}{2,3 \lg \frac{62,88}{32,88}} = \frac{30}{2,3 \cdot 0,282} = 46,2^\circ \text{C}.$$

Coeficientul parțial de transmitere a căldurii de la aburul de încălzire:

$$\alpha_1 = c \sqrt[4]{\frac{\gamma^2 \lambda^3}{\mu}} \cdot \frac{\sqrt[4]{r}}{\sqrt[4]{L \cdot (t_s - t_w)}}, \quad (4.12)$$

în care:

c este coeficient de proporționalitate, $c = 0,724$ pentru țevi orizontale;

γ - masa specifică a condensatului, în kg/m^3 ;

λ - coeficientul de conductivitate termică a condensatului, $\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$;

μ - coeficient de vâscozitate, în kg/m^2 ;

r - căldura latentă de evaporare, în kcal/kg ;

t_s - temperatura aburului, în $^\circ\text{C} = 132,88^\circ\text{C}$;

t_w - temperatura peretelui, în $^\circ\text{C} = 117,88^\circ\text{C}$;

L - dimensiunea liniară, $L = 1 \text{ m}$.

$$t_w = t_s - \frac{K \cdot \Delta t_m}{\alpha_2} = 132,88 - \frac{1660.46,2}{6900} = 117,88^\circ \text{C}. \quad (4.13)$$

Temperatura medie a peliculei de condensat va fi:

$$t_m = 0,5 \cdot (132,88 + 117,88) = 125,38^\circ \text{C}.$$

Din tabele, rezultă:

$$\sqrt[4]{\frac{\gamma^2 \lambda^3}{\mu}} = 2,31883 \cdot 10^3, \text{ pentru } t_m = 125,38^\circ \text{C}, \quad (4.14)$$

$$\sqrt[4]{r} = 4,774 \text{ pentru } t_m = 132,88^\circ \text{C}.$$

Rezultă:

$$\alpha_1 = \frac{0,724 \cdot 2.3188 \cdot 10^3 \cdot 4.774}{\sqrt[4]{1(132,88 - 117,88)}} = 4060 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Coeficientul parțial de transmisie a căldurii de la plămadă se determină conform relației:

$$\square_2 = 3,25 \cdot Q^{0,7} = 3,25 \cdot 195600^{0,7} = 6900 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}, \quad (4.15)$$

în care Q este sarcina termică, respectiv cantitatea totală de căldură necesară,
 $Q = 195639 \text{ kcal}$.

Coeficientul total de transmisie a căldurii va fi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{4060} + \frac{0,008}{40} + \frac{1}{6900}} = 1667 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \quad (4.16)$$

în care: S este grosimea peretelui = 0,008 m

λ - coeficientul de conductivitate termică a peretelui, $\square = 40 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$.

Din cauza impurităților se aplică un coeficient de corecție de 0,83:

$$K = 1667 \cdot 0,83 = 1380 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}.$$

Rezultă suprafața de încălzire:

$$S = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_m} = \frac{597948}{1380 \cdot 46,2} = 9,4 \text{ m}^2.$$

4.4 Cazanul de fiert cereale nemaltificate

Reprezintă un recipient metalic de formă paralelipipedică cu fundul înclinat la 15° , față de axul longitudinal. Corpul recipientului este confecționat din tablă de oțel, iar capacul, din tablă de oțel inoxidabil. De cele două porțiuni care formează fundul sunt sudate serpentinele de abur, în vederea încălzirii și fierberii. Pereții și fundul vasului sunt izolați cu vată minerală.

Pe capac se montează tubulatura de aerisire, gura de alimentare cu măciniș de cereale prevăzută cu șuber, racordul pentru introducere de măciniș de malț, în cazul utilizării măcinării umede și a folosirii în calitate de preplămăditor, precum și un racord de apă. Un racord separat este destinat pentru apa de spălare (v. fig. 4.5).

Pentru dimensionarea cazanului în vederea realizării unei șarje de măciniș de 3500 kg, se ține cont de faptul că proporția maximă de porumb admisă este de 20 %.

Cantitatea de făină de porumb, exprimată în echivalent de porumb, pentru o șarjă este de 792 kg. La o doză de apă de 5 hl/100 kg făină de porumb rezultă un necesar de:

$$0,792 \text{ t} \times 5 \text{ m}^3/\text{t} = 3,96 \text{ m}^3.$$

Pentru zaharificare se adaugă 20% malț, respectiv:

$$\frac{792 \text{ kg} \times 20}{100} = 158,4 \text{ kg}$$

Volumul făinii de malț este:

$$0,158 \text{ t} : 0,54 \text{ t/m}^3 = 0,29 \text{ m}^3.$$

Volumul făinii de porumb este de $1,1 \text{ m}^3$.

Necesarul de apă pentru obținerea de malț umed este de $4 \text{ hl}/100 \text{ kg}$ măciniș, rezultând:
 $158 \text{ kg} \times 4 \text{ hl}/100 \text{ kg} = 6,32 \text{ hl} = 0,63 \text{ m}^3$.

Volumul plămezii de porumb va fi:

$$1,1 \text{ m}^3 \text{ făină} + 3,96 \text{ m}^3 \text{ apă} = 5,06 \text{ m}^3.$$

Volumul plămezii de malț este:

$$0,29 \text{ m}^3 \text{ malț} + 0,63 \text{ m}^3 \text{ apă} = 0,92 \text{ m}^3.$$

Volumul total al plămezii va fi:

$$5,06 \text{ m}^3 + 0,92 \text{ m}^3 = 5,98 \text{ m}^3.$$

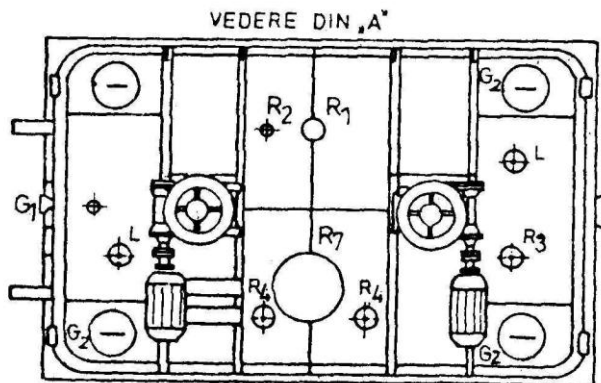
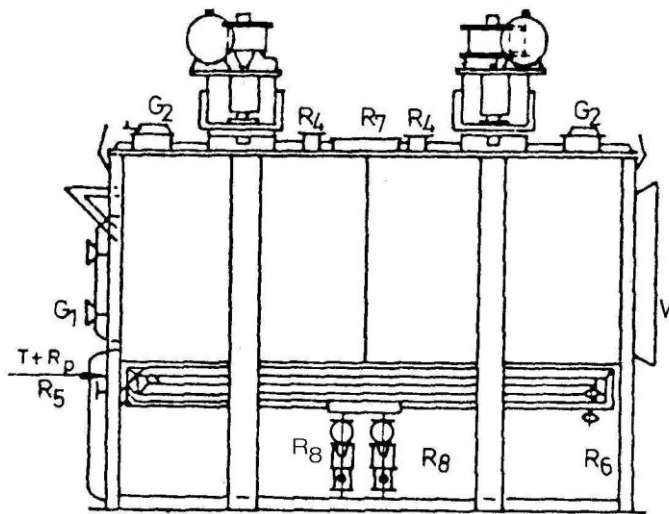


Fig. 4.5. Cazanul de fiert cereale nemalțificate:

R₁- alimentare măciniș porumb; R₂- alimentare apă; R₃- alimentare plămadă; R₄ – alimentare măciniș malț; R₅ – intrare abur; R₆ - ieșire condens; R₇ – coș cu clapetă; R₈ – ventil de golire; R₉ – intrare apă spălare; G₁ – gură vizitare; G₂ – gură control; V - vizor; T – termometru; R_p- robinet pentru luat probe; L - lampă control.

Ținând cont de realizarea unui coeficient de umplere de cca. 0,7 se va stabili pentru cazanul de fierbere a cerealelor nemalțificate un volum total de cca. 10 m^3 .

Suprafața utilă de încălzire a cazanului este de 4 m^2 pentru deservire cu abur de 3 bar.

Puterea agitatorului cu două turații este de $6/9 \text{ kW}$ pentru $720/1450 \text{ rot/min}$.

Dimensiuni de gabarit: $3119 \times 2295 \times 1400 \text{ mm}$;

Înălțimea fundului: 268 mm .

5. FILTRAREA MUSTULUI DE BERE

Are drept scop reținerea substanțelor insolubile din must după zaharificarea plămezii.

Procesul are loc în două etape și anume: separarea propriu-zisă a mustului de porțiunile insolubile denumite borhot și spălarea acestuia cu apă, în vederea recuperării unei cantități cât mai mari de extractul aderent reținut de acesta.

Spălarea și epuizarea borhotului sunt necesare pentru recuperarea extractului rămas în borhot după scurgerea primului must. Cantitatea de apă utilizată la spălare depinde de concentrația primului must, așa cum rezultă din tabelul 5.1.

Tabelul 5.1

Raportul dintre volumul primului must și volumul de apă de spălare în funcție de concentrația primului must

Concentrația primului must, %	Raportul primul must / apa de spălare, hl/hl
14	1/0,7
16	1/1,0
18	1/1,2
20	1/1,5
22	1/1,9

Spălarea trebuie să antreneze cât mai mult din extractul din borhot, epuizarea borhotului oprindu-se când ultima apă de spălare are 0,5 – 0,6% extract, având în vedere fabricarea de bere cu 11 – 14% extract. În cazul fabricării berii cu 16 – 17% extract (bere tare), spălarea borhotului se oprește la concentrații mai mari ale apelor de spălare, care apoi sunt utilizate ca apă de plămădire în șarjele următoare (v. tabelul 5.2).

Tabelul 5.2

Compoziția primului must și a primei ape de spălare

Componentul	Compoziția, %	
	În primul must	În apa de spălare
Maltoză	58,95	53,07
Substanțe cu azot	4,37	5,38
Compuși anorganici	1,54	2,54
Acid silicic (CaSiO ₂)	0,1481	0,4536

Filtrarea plămezii se poate face prin strat filtrant natural din borhot sau prin straturi filtrante artificiale (pânze filtrante, membrane filtrante).

Filtrarea prin strat filtrant de borhot se poate realiza în următoarele tipuri de filtre:

- cu cazane de filtrare: în cazane cu scurgere gravitațională a mustului sau în cazane **Strainmaster** cu filtrare sub vid;
- cu filtre de plămădă cu strat filtrant artificial (pânze din fibre naturale sau polipropilenă sau membrane): filtre care lucrează sub presiune (filtrul clasic cu rame și plăci, filtrul presă cu membrane) sau filtrul rotativ sub vid.

Procesul de filtrare durează mai mult decât celelalte operațiuni din secțiunile de fierbere a mustului, astfel încât, utilajele folosite constituie, de cele mai multe ori, locurile înguste și condiționează numărul de șarje ce pot fi realizate în această secție.

Filtrarea prin strat natural de borhot. Se face în cazane de filtrare de diverse construcții, în structura cărora există întotdeauna un suport din tablă perforată pe care se formează stratul de borhot. Viteza de scurgere a primului must ca și a apelor de spălare depinde de:

- temperatura plămezii și a apei pentru spălare, care influențează vâscozitatea și care trebuie să fie cât mai ridicată, dar să nu depășească 80 °C (cazanul trebuie să fie bine izolat);
- porozitatea stratului filtrant din borhot (depinde de calitatea malțului utilizat, de structura măcinșului și de modul de măcinare a malțului).

În continuare sunt prezentate câteva utilaje folosite la filtrare.

5.1 Cazanul de filtrare

Reprezintă un recipient cilindric metalic cu fund plat, prevăzut cu un al doilea fund interior perforat la o distanță de 30...40 mm. Pe acesta se depun substanțe insolubile din plămădă sub formă de borhot, filtrarea având loc prin stratul astfel format.

Fundul perforat este compus din segmente cu suprafața de 0,7...1 m² din plăci de bronz fosforos susținute pe picioare, suporturi sau prin alte sisteme. Fundul perforat are găuri care, pe partea superioară, au lățimi de 0,7 mm ce cresc spre partea inferioară la 3...4 mm și lungimi de 20...30 mm. Numărul de găuri este de până la 2500/m², realizându-se suprafețe libere de trecere de cca. 6 %.

La unele instalații fundul perforat este din oțel inoxidabil, iar suprafața liberă a găurilor depășește 10 %. Prin realizarea de fante asemănătoare cu cele de la uscătoarele de malț s-a ajuns la suprafețe libere de trecere de până la 30 %. Unele site au și perforații rotunde cu diametru de 0,8 mm. Pentru scurgerea mustului pe fund se prevăd orificii legate cu țevi de diametrul 25...45 mm. Țevile se termină cu robinete astfel încât nu permite acces de aer la evacuarea mustului. Robinetele asigură scurgerea mustului într-un jgheab colector confecționat din cupru. Pentru prevenirea răcirii plămăzii cazanele sunt izolate termic, de obicei, cu vată de sticlă.

Cazanele de filtrare posedă un dispozitiv de afânare cu agitatorul cu cuțite cu poziție reglabilă, în vederea spălării uniforme și afânării borhotului cât și a evacuării acestuia (cuțitele au poziția verticală). Cu ajutorul unei manivele sau a unei roți de mână se pot roti cuțitele, în vederea tăierii borhotului sau a evacuării. Când acestea vor fi astfel aranjate încât să împingă borhotul spre gura de evacuare prevăzută aproape de marginea fundului. Pe capătul de jos al axului de antrenare se găsește un piston care poate fi ridicat sau coborât într-un cilindru prin introducerea de apă sau abur. Astfel, se pot ridica sau coborî cuțitele în funcție de necesitate. De obicei, agitatorul cu cuțite are două viteze, una mai mică pentru tăierea borhotului (0,5 rot/min) și alta mai mare pentru evacuare (4 rot/min).

Pentru spălarea borhotului și extracția mustului aderent, cazanul dispune de o conductă centrală de alimentare, terminată cu două brațe perforate care se deplasează cu 5...10 rot/min în jurul axului agitatorului, iar uneori sunt legate direct de brațele de tăiere, rotindu-se împreună. Spre capete numărul de orificii și secțiunile acestora sunt mai mari pentru realizarea unei stropiri uniforme.

Cazanul are capac și hotă pentru evacuarea vaporilor degajați. Din jgheabul de evacuare mustul poate fi reintrodus în cazan cu ajutorul unei pompe, sau este trimis în cazanul de fierbere.

Schema de funcționare a unui cazan este redată în figura 5.1.

Suprafețele cazanelor depind de mărimea șarjei de malț. Se iau în considerație 1,5...2 q malț/m² suprafață, iar volumul util al cazanelor este de cca. 8 hl/100 kg șarjă de malț.

Înălțimea stratului de borhot este de 30...40 cm, în cazul măcinării uscate a malțului, ceea ce corespunde cu o încărcare a fundului de cca. 150 kg/m² (masa a 1 m³ borhot umed este de 500 kg). Prin aplicarea de procedee de măcinare umedă înălțimea stratului de borhot poate ajunge la 1,5 m.

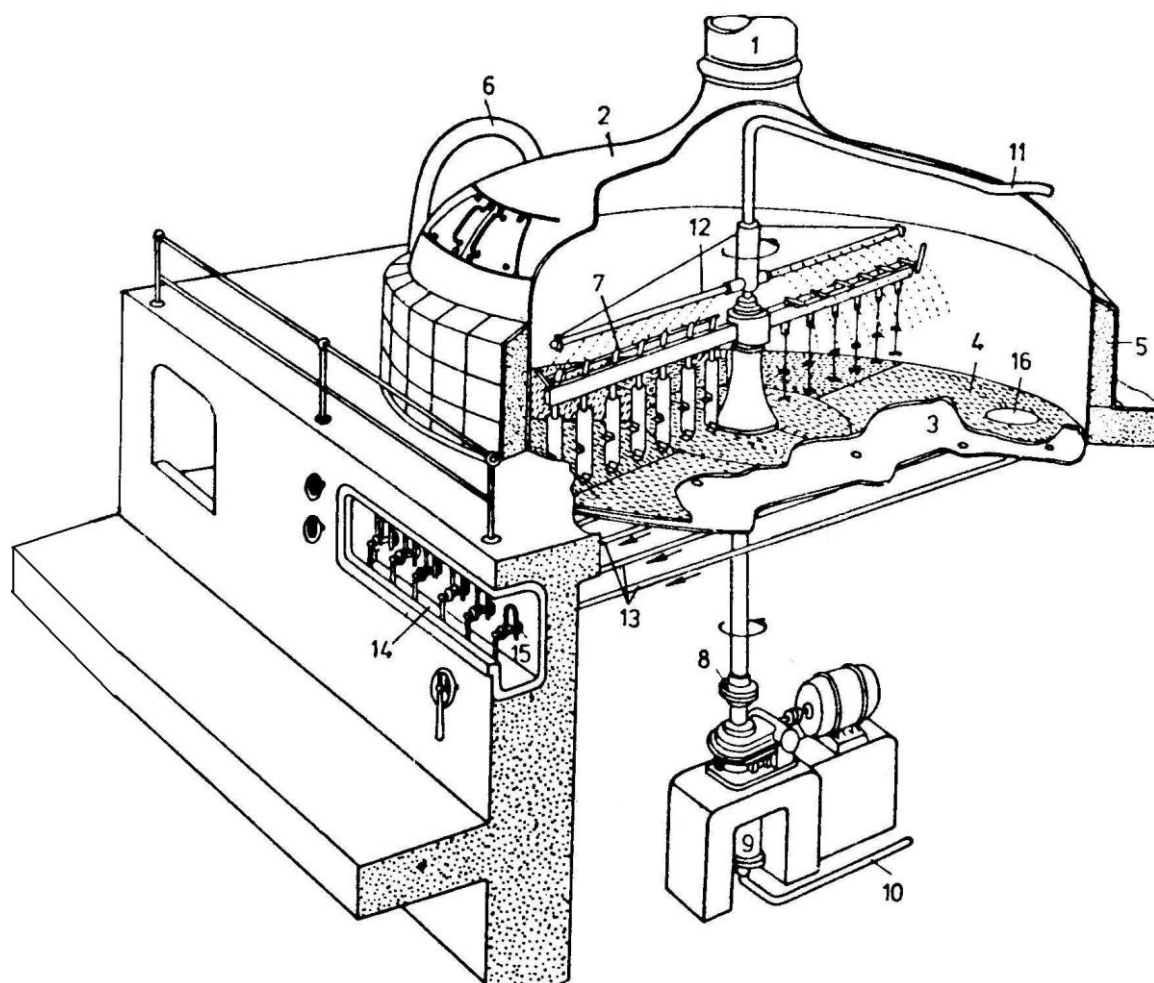


Fig. 5.1. Schema unui cazan de filtrare a mustului de bere:

1- hotă pentru eliminarea vaporilor; 2 - capac; 3- fund; 4- fund intermediar perforat; 5- izolație termică; 6 - conductă de plămadă; 7 - dispozitiv de tăiere cu cuțite; 8 - acționarea dispozitivului de tăiere; 9 - dispozitiv de ridicare a cuțitelor; 10 - conductă pentru ridicarea dispozitivului de tăiere; 11 - conductă de apă pentru spălarea borhotului; 12 - braț rotativ; 13 - conducte pentru evacuarea mustului; 14 - baterie de robinete; 15 - preaplin la robinete; 16 - jgheab de evacuare.

La cazanele mari se unifică mai multe conducte de evacuare într-o țevă de golire cu un singur robinet. În acest caz, conductele trebuie să pornească de la aceeași distanță față de centrul cazanului. Unele funduri au numai câteva conducte de evacuare. Astfel, așa-zisul fund "Shed" are o serie de suprafețe concentrice înclinate care asigură o scurgere uniformă și nestingherită a mustului. Se afirmă că astfel se realizează o epuizare constantă a mustului.

La cazanele moderne fiecare conductă de evacuare a mustului are o ramificație prin care trece o cantitate de lichid ce ajunge într-un canal în care se găsește un densimetru etalonat pentru citirea concentrației mustului la temperatura de 40°C . Un astfel de dispozitiv este arătat în figura 5.2

Cazanele de filtrare ale instalațiilor de fierbere de tip Kombi, (v. fig. 5.3) fabricate în Germania, posedă un fund înclinat spre centru, o singură conductă de evacuare a mustului pe partea centrală, precum și dispozitive de deviere pentru citirea densității mustului. Cazanele au și o conductă de preaplin pentru evacuarea mustului limpede deasupra stratului de borhot prin

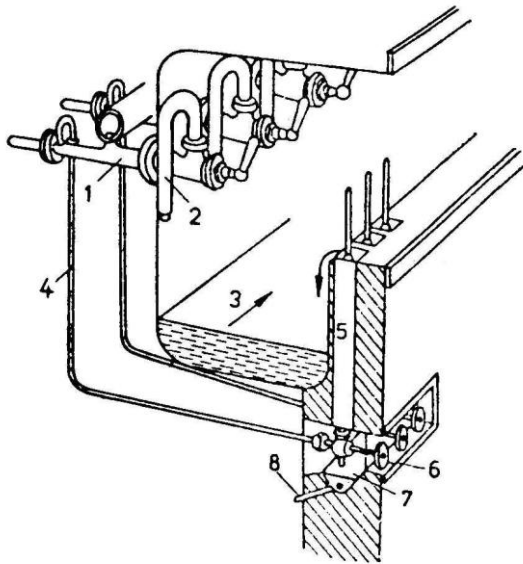


Fig. 5.2. *Schema unui dispozitiv de citire continuă a concentrației mustului primitiv fierbinte:* 1 - conductă de must; 2 - ramificație în formă de "U"; 3 - jgheab pentru must; 4 - ramificație pentru determinarea densității; 5 - densimetru; 6 - robinet pentru comanda fluxului de deviere; 7- jgheab de evacuare; 8 - conductă de evacuare.

simpla sifonare. Sub fundul perforat se găsește o instalație de pulverizare de apă pentru curățirea ușoară.

În țara noastră se construiește un cazan de filtrare din tablă de oțel pentru șarje de 3500 kg măciș. El are formă cilindrică și fundul înclinat spre centru, având un diametru de 3610 mm, înălțime de 3920 mm și o capacitate utilă de 249 hl.

Dispozitivul de afânare cu cuțite se rotește la început cu 0,3...0,4 rot/min, ajungând apoi la 3 rot/min, după formarea stratului de borhot, fiind acționat cu un motor de 4 - 5,5 kW.

Cazanul de filtrare este prevăzut cu un rezervor pentru limpezire must prin sifonare, legat de acesta la același nivel și funcționând pe principiul vaselor comunicante. De aici se asigură evacuarea forțată a mustului cu ajutorul unei pompe, permițând totodată să se urmărească desfășurarea filtrării și calitatea mustului. Un distribuitor cu patru căi permite evacuarea mustului filtrat prin pompare în cazanul de fierbere, sau în rezervorul tampon de must, ori

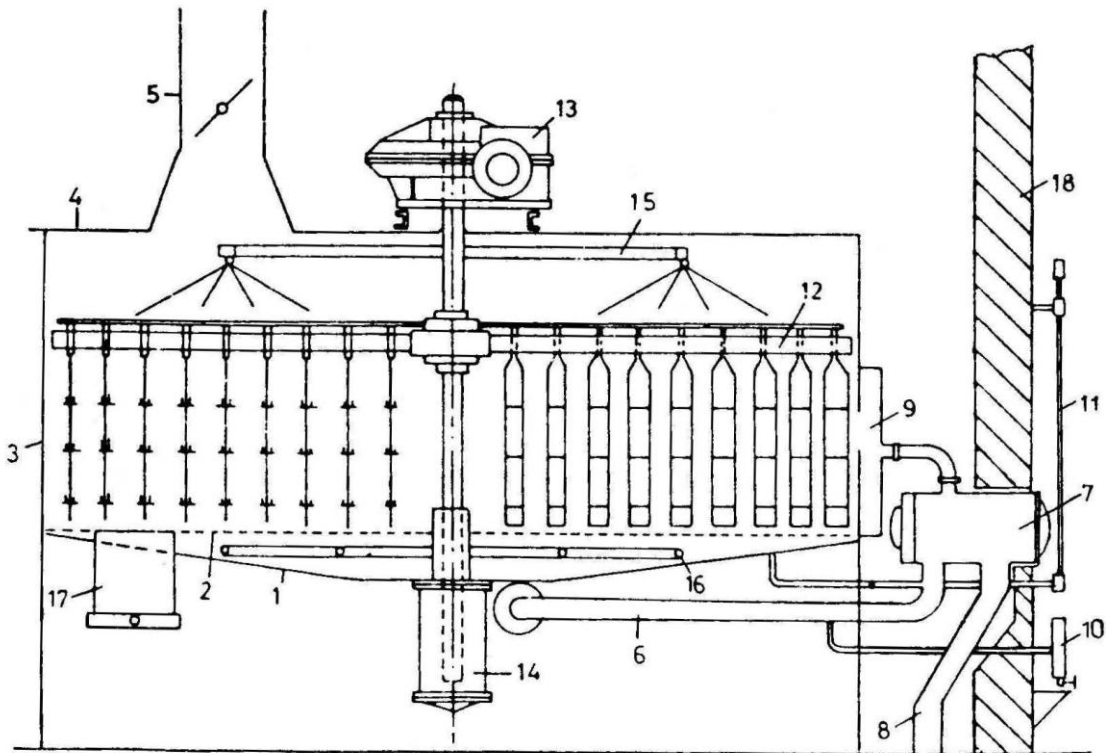


Fig. 5.3. *Schema instalației de filtrare de tipul Kombi:*

1 - fundul cazanului, 2 - fundul perforat; 3 - perete lateral; 4 - capacul; 5 - hota de evacuare a vaporilor; 6 - conducte de evacuare a mustului primitiv; 7 - recipient de colectare; 8 - conducta de evacuare spre cazanul de fierbere; 9 - evacuarea mustului liber prin sifonare; 10 - zaharometru; 11 - manometru pentru determinare presiunii pe fund; 12 - dispozitiv cu cuțite de tăiere; 13 - acționarea dispozitivului cu cuțite; 14 - cilindru de verificare pentru cuțite; 15 - dispozitiv pentru pulverizare de apă; 16 - dispozitiv de spălare a fundului perforat; 17- gură pentru evacuarea borhotului; 18 - perete spre spațiul de deservire a cazanului.

legătura cu rezervorul pentru ultimele ape de spălare, în vederea refolosirii la plămădire. Ultima poziție asigură returnarea mustului turbure în cazan.

Borhotul este evacuat cu o pompă cu șurub și instalație pneumatică în silozul de borhot.

Sunt construite astăzi noi tipuri de cazane de filtrare care permit o filtrare mai economică și minimalizează dezvoltarea oxigenului în plămadă la filtrare. Unul dintre aceste cazane este construit de firma Huppmann (Germania) și este prezentat în (v.fig. 5.4). Cazanul este construit din tablă de oțel crom-nichel, cu sita de filtrare cu orificii de 0,7-1,2 mm și o suprafață liberă de peste 12%.

Încărcarea specifică (kg malț în șarjă / m² suprafață filtrantă) depinde de volumul borhotului, deci de modul de măcinare a malțului (tabelul 5.3).

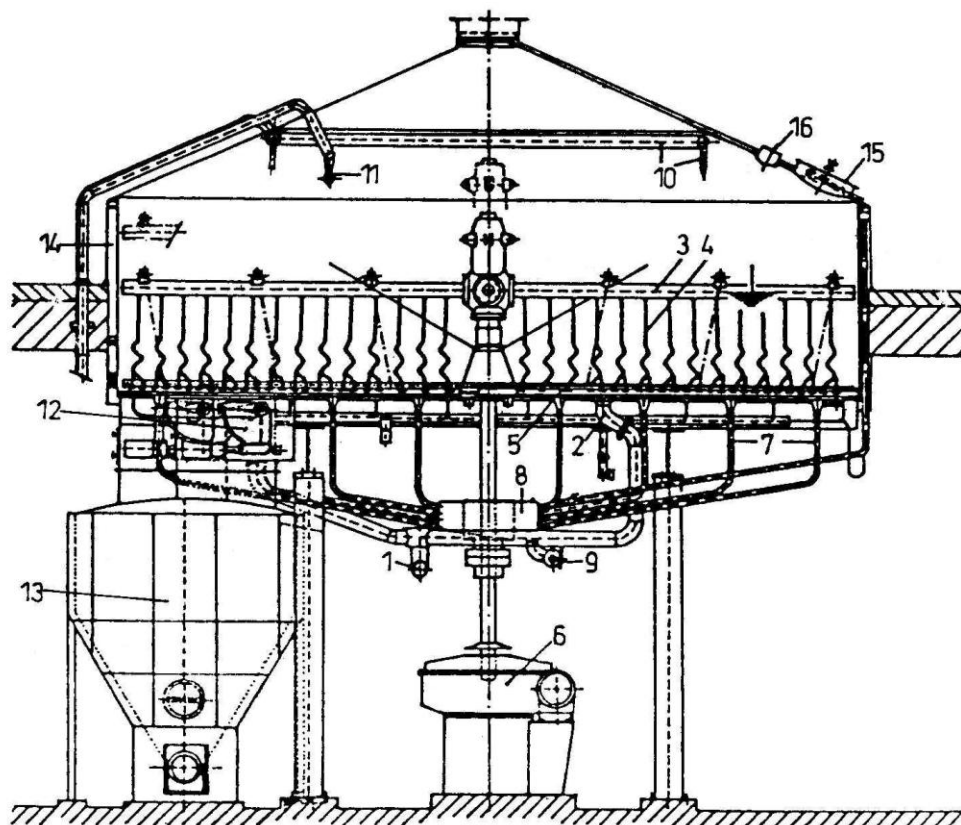


Fig. 5.4. *Cazan de filtrare pentru plămadă (Huppmann):*

1 – conductă de alimentare cu plămadă; 2 – valvă pentru intrarea plămezii; 3 – dispozitiv pentru afânare; 4 – cuțite; 5 – evacuare borhot; 6 – sistem de antrenare și ridicare dispozitiv de afânare; 7 – conducte scurgere must; 8 – cameră pentru colectare must; 9 – racord ieșire must la pompă pentru must; 10 – racord pentru evacuare borhot; 11 – cap de spălare din instalația CIP; 12 – valvă pentru evacuare borhot; 13 – rezervor de borhot; 14

Tabelul 5.3

Încărcarea specifică a cazanului de filtrare pentru diferite tipuri de măcinare

Caracteristica	Șrot obținut prin măcinare uscată	Șrot din malț condiționat	Șrot rezultat la măcinare umedă	Șrot din malț condiționat prin înmuiere
Încărcarea specifică a sitei cazanului, kg/m ²	160 - 190	190 - 200	280 - 330	280 - 330
Înălțimea borhotului după scurgerea primului must, cm	< 32	<36	45 - 55	45 - 55

Sita este fixată la 20 mm față de fundul cazanului. Între site și fundul cazanului sunt montate duze pentru pulverizarea soluțiilor la spălare. Scurgerea mustului și a apelor de spălare se face prin conducte montate prin intermediul unor capete conice pe fundul cazanului (pentru fiecare m² suprafață de filtrare este montată câte o conductă).

Fundul cazanului este împărțit în mai multe zone concentrice, fiecărei zone corespunzându-I în exterior o conductă de colectare a mustului și a apelor de spălare. Alimentarea cu plămadă se face de la o parte inferioară a cazanului prin intermediul a 2 – 6 valve. Viteza de alimentare cu plămadă este de 1 m/s. Scurgerea mustului durează cca. 10 min. Cazanul de filtrare este dotat cu dispozitive de afânare cu 2, 3, 4 sau 6 brațe, în funcție de mărimea cazanului (tabelul 5.4).

Tabelul 5.4

Caracteristicile cazanului de filtrare de construcție modernă (Huppmann)

Diametrul, m	Suprafața de filtrare, m ²	Circumferința, m	Durata unei rotații, min	Numărul de brațe
3,0 – 4,3	7 – 14,5	9,4 – 13,5	3,1 – 4,5	2
4,4 – 5,9	15 – 27	13,8 – 18,5	4,6 – 6,2	4
6,0 – 9,9	28 – 76	18,8 – 31,1	6,4 – 10,4	6
10,0 – 14,0	78 – 15,4	31,4 – 44,0	10,5 – 14,7	8

Dispozitivul de afânare este prevăzut cu cuțite de o construcție specială, (fig. 7.5), așezate pe brațele dispozitivului astfel încât fiecare cuțit are propria sa traiectorie de tăiere. Forma cuțitului și așezarea pe braț asigură o uniformitate a spălării borhotului. Dispozitivul de afânare se poate deplasa pe verticală, înălțimea la care este ridicat fiind reglată automat în funcție de turbionarea mustului. Apa pentru spălarea borhotului se introduce prin duze montate, ca și duzele pentru circuitul CIP de spălare a cazanului, la partea superioară a acestuia. Borhotul se evacuează prin deschiderea unor valve cu clapetă cu ajutorul dispozitivului de afânare care se coboară până la nivelul sitei. Cuțitele sunt prevăzute la partea inferioară cu teflon, pentru a se evita uzura prematură a sitei. Conducerea filtrării și epuizării borhotului constă în:

- eliminarea aerului de sub sită;
- introducerea plămezii în cazanul de filtrare;
- depunerea borhotului;
- returnarea mustului turbure;
- scurgerea primului must;
- spălarea borhotului;
- evacuarea borhotului.

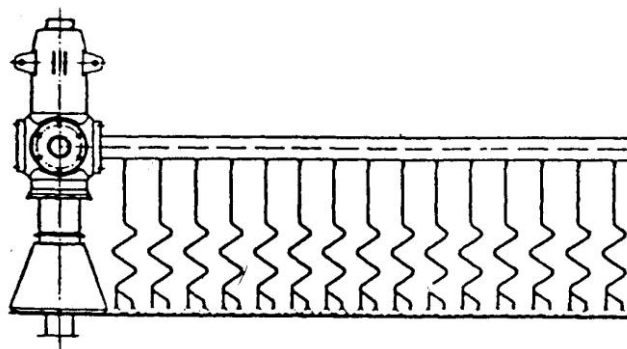


Fig. 5.5. Dispozitiv de afânare cu cuțite în formă de zigzag, cu picioare duble.

5.2 Agregatul strainmaster

Reprezintă un filtru de plămădă confecționat din oțel inoxidabil, având forma de paralelipiped, înălțimea de 3...5 m și fundul înclinat spre centru (v. fig. 5.6). Elementele de filtrare sunt construite din țevi cu secțiunea triunghiulară cu vârful în sus și fundul sub formă de sită cu șlițuri având lățimea de 0,8...1 mm și lungimea de 14 mm, astfel dispuse încât suprafața liberă de trecere este de 10...12 % din secțiune. Ele sunt dispuse pe partea piramidală pe 6...7 rânduri suprapuse perpendicular pe lungimea filtrului, iar pe fiecare rând sunt legate cu o conductă colectoare cuplată cu pompă de aspirație, cu debit variabil. Rândurile inferioare sunt legate câte două de o pompă, deoarece au o lungime mai scurtă, deci filtrează cantități mai mici de must. Secțiunea de evacuare se poate regla cu ajutorul unui robinet cu cep.

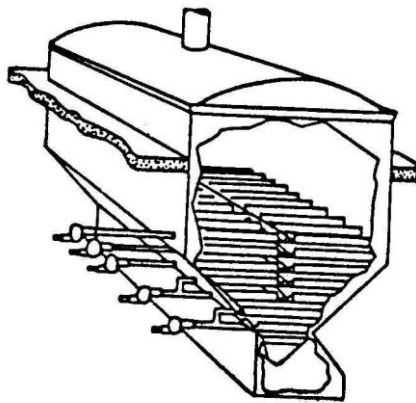


Fig. 5.6. Cazan de filtrare Strainmaster (secțiune).

Stratul filtrant se realizează prin aspirația părților solide din must de către pompă. Pentru o șarjă normală de 6 t de malț filtrul are o secțiune de 3 x 4 m și o suprafață activă de 60 m², revenind o încărcare specifică pe m², suprafața de filtrare de cca. 100 kg față de peste 300 kg ce se realizează la cazanele de filtrare ce funcționează prin șrotuire umedă. Pe fundul filtrului se găsește un șneac de evacuare a borhotului. Pentru buna funcționare este necesară reglarea diferențiată a debitului de aspirație, acesta descrescând de sus în jos. Mustul trebuie să fie cât mai omogen, iar șrotul cât mai fin. Se urmărește realizarea unui măciniș cu 15% coji, iar raportul între malț și apa de plămădire trebuie să fie de 1:2,7. Se obține un must concentrat cu cca. 22% s.u.

Durata unei șarje este de 80...90 min. Pentru evacuarea borhotului sunt necesare cca. 10 min. Curățirea elementelor de filtrare este pretențioasă, ea fiind realizată cu o instalație de spălare sub presiune cu ajutaje cu jeturi

abundente de apă. Randamentul de filtrare este puțin mai redus decât la instalațiile cu cazan, pierderile în borhot fiind de cca. 2% extract.

Avantajele instalației Strainmaster:

- durata scurtă de filtrare, putându-se realiza ușor 12 șarje/zi, iar la un măciniș omogen și fin, chiar 14;
- capacitate mare de filtrare într-un spațiu redus;
- posibilitatea automatizării, cu condiția filtrării unui singur sort de plămădă.

Dezavantaje:

- pretenție mărită în ceea ce privește calitatea borhotului; necesitatea presării acestuia și a recirculării lichidului rezultat;
- pierderi mai mari de extract în borhot.

5.3 Filtru cu rame

Reprezintă un filtru cu ramă și plăci rifluite cu robinete care se agață alternativ pe un suport și se presează hidraulic. Filtrarea are loc prin pânze din bumbac sau din material plastic, de preferință de polipropilenă. Poartă denumire și de filtru de plămădă.

Ramele denumite și camere de plămădă au secțiunea pătrată sau dreptunghiulară, cu dimensiunile uzuale de 1,2 x 1,2; 1,4 x 1,4; 1,2 x 1,5 sau 1,4 x 1,65 m. Numărul de camere poate varia, în funcție de capacitatea filtrului, între 10 și 80, dar trebuie calculat astfel încât să cuprindă întreaga cantitate de borhot dintr-o șarjă. Grosimea ramelor variază între 60 și 70 mm, astfel încât fiecare poate cuprinde o cantitate de 60 ... 63 kg șarjă de malț/m³. Cu cât șrotul este mai

fin, cu atât capacitatea ramelor trebuie aleasă mai mare. La utilizarea de 30% cereale nemalțificate încărcarea ramelor crește cu 10%.

Prin intermediul canalelor prevăzute pe partea superioară a plăcilor se distribuie mustul uniform în fiecare ramă. La cele două capete ale filtrului se găsește câte o placă, iar în interior alternativ câte o ramă și placă. Pe plăci se atarnă pânzele de filtrare pe ambele părți, în vederea formării stratului filtrant. Pe cele patru colțuri ale plăcilor se găsesc canale pentru alimentarea cu apă și eliminarea mustului.

Modul de funcționare constă din faza de umplere, eliminarea primului must, scurgerea acestuia, spălarea cu apă, eliminarea cu aer a restului de must și îndepărtarea borhotului.

Înainte de alimentarea cu must, are loc o încălzire cu apă fierbinte (necesar 80 hl apă pentru o șarjă de malț de 5 t). Urmează introducerea mustului prin conducta centrală 4, la o viteză de 1,6 m/s cu ventilul (d), deschis în rame (fig. 5.7). Ventilele (c, e, h) sunt închise astfel încât aerul poate să se îndepărteze prin ventile (a și b), iar pe partea cealaltă prin scurgere prin plăcile ventilelor (f și g), spre conducta centrală 5, după umplerea completă a ramelor. Pentru scurgerea mustului trebuie să se închidă ventilele de aer (a și b). Pomparea plămezii în filtru se termină în 20...25 min. și imediat după aceasta se oprește și curgerea mustului, fiind necesare, însă cca. 5 min, pentru eliminarea ultimelor cantități. Nu este necesar un repaus înainte de filtrare și nici o recirculare de must tulbure, deoarece filtrarea începe concomitent cu alimentarea. Presiunea de alimentare trebuie să crească încet, ajungând la max. 0,5 bar. După ce s-a introdus întreaga cantitate de plămadă se închid ventilul (d) și jumătate din robinetele de scurgere cu ajutorul ventilului (g), astfel încât se elimină mustul, prin deschidere ventilului de apă (c), dintr-una din jumătățile plăcilor.

Schema de scurgere a mustului este prezentată în figura 7.8. Spălarea cu apă are loc prin introducerea de apă fierbinte în placa 1. Apa trece prin pânză, apoi prin turta din camera 2 și se elimină sub formă de must prin a doua pânză în placa 3. Cu alte cuvinte, spălarea mustului se

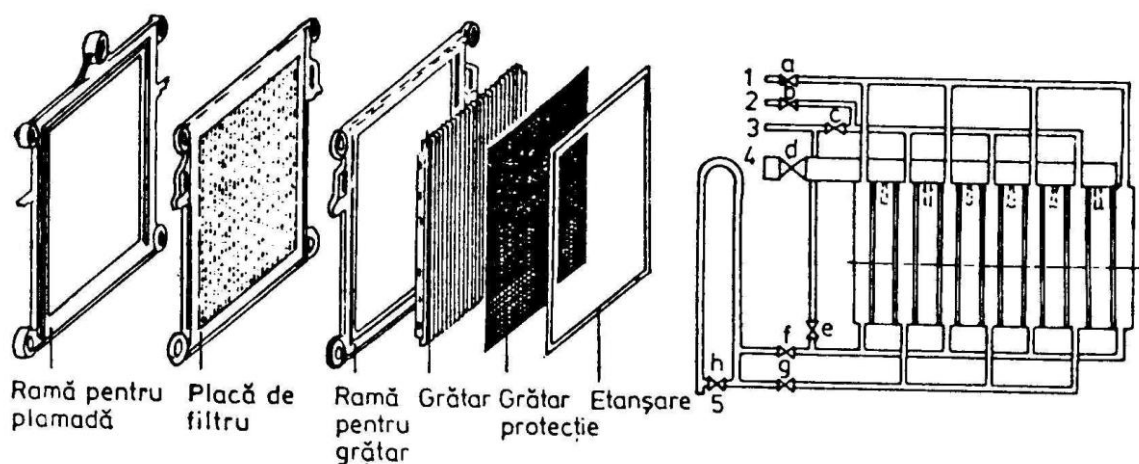


Fig. 5.7. Alcătuirea ramelor și a plăcilor și schema de funcționare a filtrului de plămadă:
1- conductă de aer; 2 - conductă de apă; 3 - alimentare apă; 4 - alimentare must; 5 – evacuare.

realizează numai din două în două plăci, evacuându-se prin conducta centrală. Pentru șarja următoare se procedează invers, adică se trece apa prin placa 3, în rama 2 și se evacuează mustul prin placa 1. În felul acesta se asigură un efect de autocurățire. Concentrația finală a mustului după spălare cu apă este de 1,2...1,4 %.

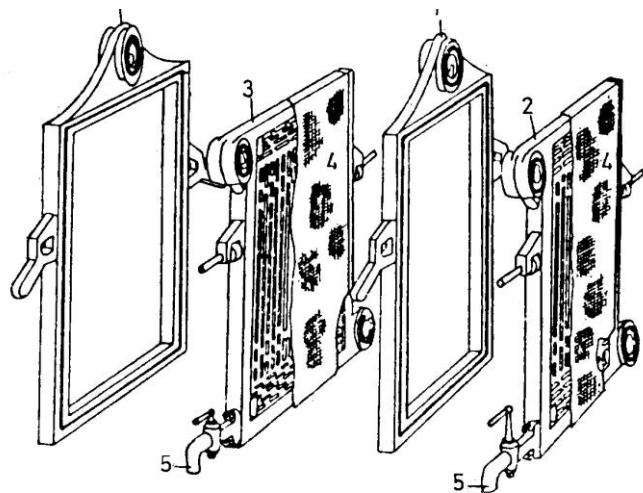
Pentru eliminarea totală a extractului din turta de filtru se trece aer în aceeași ordine ca și apa, obținându-se în final o turtă uscată.

Desfacerea filtrului se realizează pe cale pneumatică, astfel încât borhotul cade într-un jgheab de evacuare. După spălarea cu jet de apă se poate reîncepe procesul. Durata de evacuare a borhotului este de cca. 10 min. Durata totală a unui ciclu este de 140...180 min.

În cazul utilizării de pânze din material sintetic se spală după 34...40 ore de funcționare cu soluție de sodă caustică și apă și acesta se pot utiliza pentru cca. 500 șarje. Pânzele de bumbac pot fi utilizate pentru 120...140 șarje.

Avantajele filtrului de plămadă față de cazanul de filtrare constau în necesarul redus de spațiu, durata mai scurtă de filtrare cu 1...1,5 ore, randament mai ridicat cu cca. 1 % datorită șrotului fin și obținere de musturi limpezi pe întreaga durată a ciclului de filtrare. La utilizarea de malțuri slab solubilizate sau de adaosuri de cereale nemalțificate nu apar încetiniri ale filtrării.

Ca dezavantaje se poate cita costul mai ridicat de investiții, un consum mărit de energie electrică, cât și manopera în plus la desfacerea filtrului. În cazul utilizării de instalații de capacități mai mici, desfacerea și spălarea filtrului necesită o manoperă grea și costisitoare. La instalații de capacitate mare procesul poate fi complet automatizat. Garniturile de etanșare trebuie schimbate anual.



5.4 Filtrul de plămadă 2001

Este construit de firma **Meura** (Belgia) și constă dintr-o serie de module de filtrare montate alternativ, cu plăci cu grătar. Plăcile au dimensiuni de 2 x 1,8 m, un filtru cuprinzând peste 60 de plăci. Modulul este format din plăci cu șanțuri groase de circa 1 cm, acoperite pe ambele părți cu o membrană elastică din material plastic. Placa este legată la o conductă de aer comprimat, care intră între placă și membrană, realizându-se în acest fel comprimarea stratului de borhot acumulat în spațiul format din ramă și membranele elastice susținute de plăcile cu grătar (confeționate din polipropilenă cu grosime de circa 4 cm), acoperite pe ambele părți cu o pânză filtrantă din polipropilenă. Filtrul 2001 prezintă următoarele avantaje:

- permite obținerea unui must foarte limpede, cu conținut scăzut de acizi grași și o calitate cel puțin egală cu cea obținută cu un cazan de filtrare (v. tabelul 5.5);
- permite obținerea unui borhot mai uscat;
- are o productivitate ridicată (12 șarje / 24 ore).

Tabelul 5.5

Compoziția mustului fiert de 12% obținut cu filtrul 2001 și cu cazan de filtrare

Filtrul	Cantitate must, hl	pH	Culoarea unități EBC	Polifenoli, mg/l	Acizi grași, mg/l	Dextrine, mg/l
2001	487	5,36	7,6	175	22	295
Cazan de filtrare	464	5,55	6,85	162	34,83	837

Filtrarea cu filtrul 2001 necesită conducerea filtrării la presiune constantă, plămăda trebuie obținută din măcinăș fin, iar apa de spălare trebuie distribuită uniform. Condițiile de filtrare sunt menționate în tabelul 5.6

Tabelul 5.6

Conducerea filtrării cu filtrul 2001

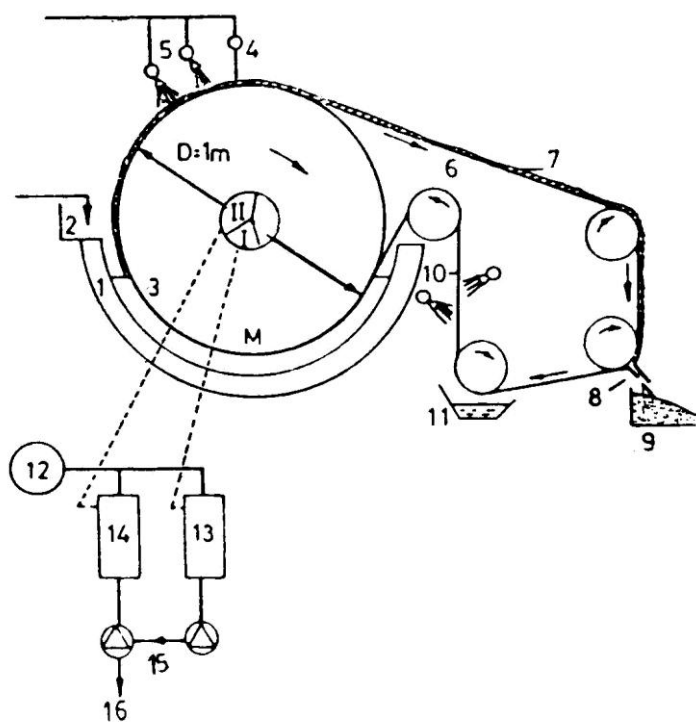
Operația	Durata, min	Volumul, hl	Presiunea, bar
Filtrare	25	150	0,5
Prepresare	5	15	0,5
Spălare borhot	60	150	0,6
Presare	10	25	1,2
Evacuare borhot	5	-	-

Borhotul care rezultă la filtrarea plămezii este utilizat ca furaj, având în vedere valoarea sa nutritivă. Umiditatea borhotului este de 75 – 80%, iar cantitatea de borhot umed este de 120 – 130 kg raportat la 100 kg malț utilizat la plămădire.

5.5 Filtrul rotativ sub vid

Se pretează pentru filtrarea continuă a măcinășului fin de malț obținut prin măcinarea cu mori cu ciocane. Prima instalație funcționează din 1950 în Elveția, la fabrica Hochdorf, la o capacitate de 15 hl/h. Costul de investiții a fost cu cca. 30% mai redus decât la o instalație similară cu cazane de filtrare, dar cheltuielile pentru reparații și întreținere sunt mai mari. Consumul specific de energie electrică realizat este de 1,75 kW/hl, față de 0,26 kWh/hl obținut la instalațiile cu cazane. În schimb cantitatea de ape reziduale scade la peste jumătate, iar extractul din acesta este de 0,1...0,2 % față de 0,3...0,5 % realizat în instalațiile cu cazane.

Rezultate mai bune se obțin cu filtrul celular rotativ sub vid prevăzut cu o bandă ce iese în afara zonei tamburului. Banda este confecționată din material textil permeabil pentru must. În



mișcarea în circuit închis ea întâlnește succesiv rola de descărcare, rola de spălare și cea de ghidare, prezentând astfel avantajul curățirii continue cu ajutorul unui jet de apă administrat în afara zonei tamburului.

Instalația din figura 5.9 se compune dintr-un vas de alimentare cu plămadă 2, de unde aceasta ajunge în jgheabul încălzit 1, în care se rotește tamburul 3. Aceasta constă din trei segmente care se rotesc prin zonele de vid I și II. Vidul este produs de pompa 12. Pe pânza de filtrare 6 care are mărimea porilor de 25...30 μ m se depune turta de borhot 7, în grosime de până la 4 mm. Spălarea are loc în zona 11. În zona I se aspiră plămăda prin pânza filtrantă și se formează stratul de borhot. În zona II vidul este mai ridicat, aspirându-se apele de spălare debitate cu duzele 4 și 5. Elementul 8 răzuiește borhotul care este evacuat în cuva 9. Pânza se întinde cu valțul 6 și se curăță cu jetul duzelor 10,

Fig. 5.9. Schema filtrului rotativ sub vid: 1 – jgheab; 2 – vas de alimentare; 3 – tambur; 4 și 5 – duze; 6 – pânză de filtrare; 7 – turtă de borhot; 8 – răzuitor; 9 – colector borhot; 10 – duză; 11 – zonă de spălare; 12 – 16 – instalație de producere a vidului.

administrat la presiuni de 10...15 bar. Turta de borhot rezultată are o umiditate sub 70 %. Productivitatea realizată este de 3...4 hl/m² și oră. Mustul filtrat are o culoare mai deschisă față de cea rezultată prin aplicarea de alte tehnici de filtrare. Prin diferențele de vid realizate în zonele de aspirație se creează condiții pentru o desprindere ușoară a borhotului.

5.6 Instalația Pablo

Reprezintă o instalație de limpezire a plămezii pe principiul trecerii prin mai multe site centrifuge cu ax orizontal (v. fig. 5.10). Plămada intră în partea îngustă a sitei și este expusă unei forțe centrifuge puternice trecând prin sită, în timp ce borhotul alunecă pe mantaua tobei, căzând din partea lată într-un recipient unde se amestecă cu apă și se aduce la o a doua sită în care are loc o nouă execuție în contracurent în două etape. De aici borhotul cade pe o bandă de transport, fiind evacuat.

Epuizarea borhotului are loc în patru reprize. În ultima treaptă se întâlnesc apa curată cu borhotul aproape epuizat, lucrându-se pe principiul bateriilor de extracție. Conținutul de extract al mustului epuizat este de 1,6...2 %. Acest must este folosit pentru extracția borhotului din șarja următoare, crescând astfel conținutul de extract la 3,8...4,7 %. Continuând acest proces se ajunge până la o concentrație de 9,8 %.

Mustul obținut conține un nămol proteic, care trece prin site cu ochiuri de 50 microni. Pentru recuperarea mustului aderent, nămolul se debitează într-un separator centrifugal, din care rezultă trub și must decantat. Trubul este din nou amestecat cu apă și trecut printr-un separator centrifugal. În final, conținutul de extract al borhotului este de 2...2,5 %. Întregul proces de separare durează 90 min. Se pot folosi șroturi de diverse compoziții, cât și musturi cu concentrații în limitele practicii uzuale. Rezultatele cele mai bune se obțin cu pulbere de malț.

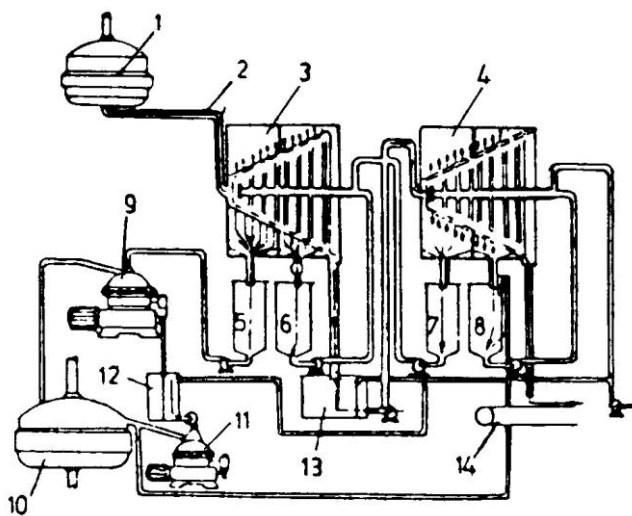


Fig. 5.10. Schema de funcționare a instalației Pablo pentru filtrarea plămezii: 1 - cazan de fierbere; 2 - conductă de alimentare; 3 și 4 - sită conică rotativă; 5 - must concentrat; 6-8 plămadă diluată; 9 - separator centrifugal; 10 - vas pentru plămadă filtrată; 11 - separator centrifugal de nămol; 12 - colector must; 13 - colector borhot; 14 - bandă pentru borhot.

6. FIERBEREA MUSTULUI CU HAMEI

Fierberea mustului diluat, rezultat din amestecarea primului must cu apele de spălare a borhotului (denumit și *must la cazanul plin*), are următoarele scopuri:

- * extracția și transformarea substanțelor amare, de aromă și polifenolice din hamei;
- * definitivarea compoziției chimice a mustului prin inactivarea enzimelor;
- * sterilizarea mustului;
- * evaporarea surplusului de apă și atingerea concentrației în extract a mustului, specifică sortimentului de bere produs;
- * formarea de substanțe reducătoare și de culoare;
- * eliminarea unor substanțe cu sulf;
- * coagularea unor substanțe cu azot și a complexelor proteine-polifenoli și intensificarea stabilizării naturale a viitoareii beri.

Substanțele amare și uleiurile volatile din hamei conferă berii gust amar și aroma specifică.

Metodele de fierbere a mustului sunt următoarele:

- fierberea convențională;
- fierberea la presiune joasă;
- fierberea la presiune ridicată.

6.1 Fierberea convențională a mustului

Se realizează la presiune atmosferică, pe o durată de circa 2 ore, în cazanele de fierbere de diferite forme constructive: **cazan cu secțiune circulară**, **cazan cu secțiune dreptunghiulară (instalații de fierbere Hydroautomatic sau bloc)**. Fierberea convențională se realizează la 100 °C cu o durată de menținere la această temperatură de 80 – 90 min. Cifra de evaporare care trebuie realizată este de circa 8%.

Cazanul de fierbere cu secțiune circulară. Este alcătuit dintr-un recipient metallic, dotat cu dispozitive de încălzire indirectă și cu hotă pentru evacuarea vaporilor formați. În execuția clasică are secțiune rotundă, fund bombat, formă aproape sferică. Încălzirea are loc cu manta de abur sau prin serpentine (v. fig. 6.1). În ansamblu forma este asemănătoare cu cea a cazanelor de plămădire, de cele mai multe ori, agitatoarele pentru ameliorarea schimbului termic, deosebindu-se doar prin volumul recipientului, care este cca. două ori mai mare.

Capacitatea cazanelor de fiert must este de 8...9 hl volum util/100 kg măciniș. În decursul fierberii este necesară o concentrare cu 6...16 %, în funcție de tipul de bere. Prin răcire, după fierbere, mustul se contractă cu cca. 4 %. Ținând cont de cele de mai sus, cât și de necesitatea unui spațiu liber de cca. 20 %, volumul total al cazanului va fi cu cca. 25% mai mare decât cel al mustului de fiert.

Cazanele rotunde sunt confecționate din cupru și mai rar din tablă de oțel. În ultimul caz, transmisia căldurii este cu cca. 30 % mai rea, trebuind a se mări corespunzător suprafața de încălzire. În ambele situații pot apare fenomene nedorite de pătrundere de ioni metalici în must,

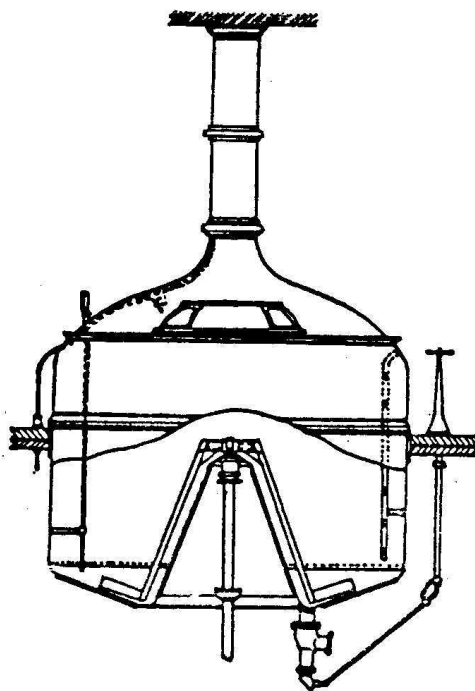


Fig. 6.1. Cazan de fierbere a mustului, cu fund ridicat.

motiv pentru care, în execuțiile moderne, cazanele de fiert sunt confecționate din tablă de oțel inoxidabil, sau din alte metale placate cu astfel de tablă.

Raportul dintre înălțimea de lichid și diametru este de cca. $\frac{1}{2}$. Cu cât înălțimea de lichid este mai mică și diametrul mai mare, cu atât se favorizează evaporarea intensivă.

Durata de fierbere propriu-zisă necesară este de 1,5...2 h, prin prelungirea acesteia închizându-se prea mult culoarea mustului. Deoarece încă mustul se alimentează treptat pe măsura desfășurării procesului de filtrare, durata de fierbere se prelungeste de multe ori la peste 3 ore. Se urmărește evaporarea a 6...10 % din cantitatea de must din cazan/oră. În cazanele clasice cu agitator se poate realiza o evaporare de 60...70 l apă/m² suprafață de lichid.

Suprafața de încălzire se determină aproximativ prin aplicarea formulei simplificate de coeficient total de transfer de căldură:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad [\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}^{\circ}\text{C}], \quad (6.1)$$

în care:

d este grosimea peretelui, în m;

λ - conductivitatea termică a peretelui, care, pentru cupru $\lambda = 300 \text{ kcal/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$, iar pentru fier $\lambda = 50 \text{ kcal/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$;

α_1 - coeficientul parțial de transfer de căldură a aburului pe suprafața încălzită, $\alpha_1 = 19000$;

α_2 - coeficientul parțial de transfer de căldură de la perete la lichidul de încălzit, $\alpha_2 = 2000\sqrt{p}$, în care p = presiunea aburului în bar.

În cazul încălzirii cu abur de 2 bar la un cazan de cupru cu grosimea peretelui de 12 mm reiese un coeficient total de transmisie a căldurii $k = 2235 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}^{\circ}\text{C}$.

Cantitatea de apă A ce trebuie evaporată se determină în funcție de concentrațiile inițiale (C_i) și finală (C_f) ale mustului și de cantitatea inițială de must (M), conform relației:

$$M \cdot C_i = (M - A) \cdot C_f, \quad (6.2)$$

de unde:

$$A = M \left(1 - \frac{C_i}{C_f} \right) \quad [\text{kg}] \quad (6.3)$$

Din bilanțul termic, conform căruia cantitatea de căldură intrată este egală cu cea ieșită, se poate determina consumul de abur.

În cazanul de fierbere intră cantități de căldură ale mustului (Q_1), căldura aburului de încălzire (Q_2) și ies cantități de căldură ale mustului concentrat (Q_3), ale vaporilor degajați (Q_4), ale condensatului (Q_5) și pierderile de căldură (Q_p).

Bilanțul termic se exprimă prin:

$$M \cdot c \cdot t_0 + D \cdot \lambda = (M \cdot c - A) \cdot t_1 + A \cdot i + D \cdot t_e + Q_p. \quad (6.4)$$

De aici rezultă consumul de abur:

$$D = \frac{M(t_1 - t_0) \cdot c + A(i - t_1) + Q_p}{\lambda - t_c}, \quad (6.5)$$

unde:

c este căldura specifică a mustului, $\text{kcal/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$;

t_0 - temperatura inițială a mustului, $^{\circ}\text{C}$;

t_1 - temperatura finală a mustului, $^{\circ}\text{C}$;

D - consumul de abur pentru încălzire, kg;

- λ - entalpia aburului, kcal/kg;
- t_c - temperatura condensatului, $^{\circ}\text{C}$;
- A - entalpia vaporilor secundari, kcal/kg;
- i - cantitatea de vapori secundari, kg.

Necesarul de abur, în funcție de caracteristicile acestuia, de parametrii constructivi ai cazanului și de tipul de bere, variază la instalațiile clasice între 20 și 40 kg pentru 1 hl de must. Agitatoarele au turația de 6...10 rot/min.

Pentru ameliorarea coeficientului de evaporare a apei și reducerea duratei de fierbere s-au realizat o serie de îmbunătățiri în construcția cazanelor. Astfel, s-a zonat sistemul de încălzire, folosind pentru partea centrală a mantalei fundului abur de presiune mai ridicată, iar în zona exterioară, abur de presiune mai scăzută. S-a ajuns la un raport între aceste presiuni de până la 3/1. În felul acesta se favorizează fierberea intensivă a conținutului din mijlocul cazanului și răsturnarea acestuia spre pereți, mărindu-se turbulența.

De asemenea, pentru mărirea turbulenței s-a ridicat centrul fundului cazanului, conferindu-i forma de șa, creându-se astfel două zone paralele de flux de căldură.

În alte construcții s-au conferit fundului cazanelor formă de jgheab cu distribuție asimetrică a unor elemente de încălzire cu țevi subțiri, soluție adoptată la cazanele de fierbere de tip bloc.

Instalație de fierbere tip bloc. Un agregat complex care urmărește a realiza întregul proces de brasaj într-un singur utilaj în flux vertical, prin cădere liberă, asigurând succesiv operațiunile de preplămădire, plămădire-zaharificare, filtrare și fierbere a mustului de bere, poartă denumirea de instalație bloc. Forma recipientelor este paralelipipedică, cu fundul semicilindric, cu excepția cazanului de filtrare care are fundul plan. Întregul ansamblu este montat pe un schelet metalic, cu izolație termică continuă, dând impresia unui singur utilaj (v. fig. 6.2).

În partea superioară se află preplămăditorul 1, sub care se găsesc compartimentele de plămădire și zaharificare 2 și 3, montate la același nivel, recipientele fiind egale. La nivelul următor se găsește cazanul de filtrare 4, iar sub acesta recipientul de colectare a mustului primitiv și a apelor de spălare 5 alimentat prin conducta 13. Fundul agregatului constă din cazanul de fierbere a mustului 6.

Cazanele de plămădire și zaharificare sunt confecționate din tablă de oțel, fiind dotate cu un agitator elicoidal orizontal 7 și cu un dispozitiv de afânare 8. Încălzirea se realizează cu ajutorul unor țevi semicilindrice 9, sudate pe perete, folosind abur de presiune medie. Datorită acestor forme se poate realiza o suprafață mare de încălzire, fără ca țevile să fie supuse regimului recipientelor sub presiune, peretele fiind mai subțire decât cel al unei mantale ce ar fi putut fi folosită pentru același scop. De asemenea este posibilă încălzirea în trepte prin intercalarea succesivă a mai multor țevi. Pompa 14, realizează prin intermediul conductelor 15,16 și 17, vehicularea plămezii între cele două recipiente, fiecare putând prelua funcția celuilalt. În execuția standard fiecare dintre aceste recipiente are o capacitate de 130 hl.

Cazanul de filtrare are site din alamă cu orificii alungite, montate la 10 cm de fund. El este prevăzut cu un dispozitiv de afânare și de stropire cu apă, cât și cu o baterie de colectare de must cu tavă și robinete de control

10. Evacuarea borhotului se face pe la ambele capete, cuțitele având viteze egale. Recipientul de colectare a mustului și a apelor de spălare nu are elemente de încălzire. În caz de necesitate se poate realiza încălzirea cu ajutorul vaporilor degajați din cazanul de fierbere a mustului. conductă de must tulbure 11, permite recircularea acestuia în cazanul de filtrare cu ajutorul pompei 12.

Cazanul de fierbere a mustului este prevăzut cu țevi de încălzire amplasate asimetric. Astfel se mărește convecția și schimbul termic, fără a fi necesare agitatoare. Capacitatea acestui recipient de tipul celor folosite în țara noastră este de 285 hl. Instalația este prevăzută cu izolația termică 18, poduri de deservire 19 și vizoare de control 20.

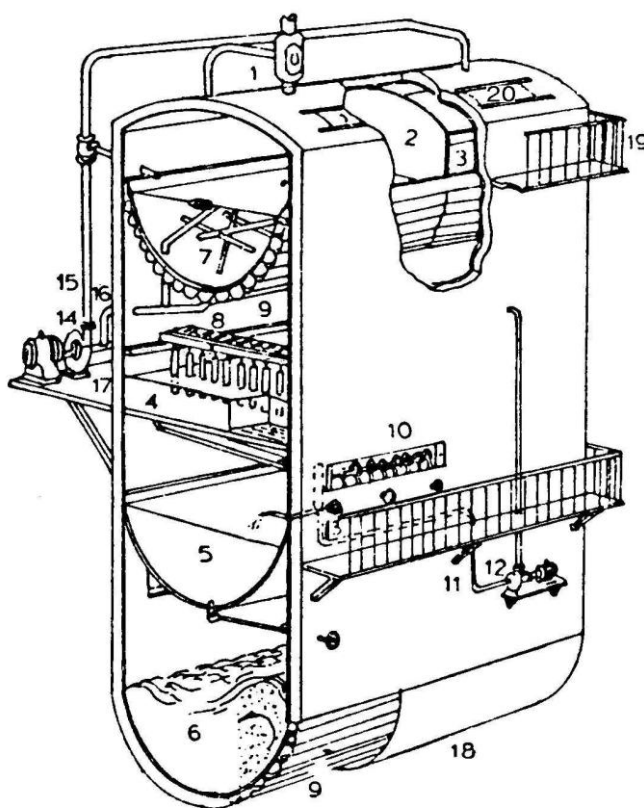


Fig. 6.2. Schema instalației de fierbere de tip bloc.

În comparație cu instalațiile clasice se reduce suprafața de lucru la 1/3 și volumul construit la 1/2. Se realizează un coeficient de evaporare de 8...10%/h. Conductele tehnologice de legătură sunt foarte scurte. Instalația poate fi automatizată cu privire la măsurarea și reglarea temperaturilor, a debitelor, nivelelor și duratelor operațiilor. În majoritatea cazurilor se execută sub formă de două blocuri alăturate, din care unul poate avea numai cazan de filtrare și de fierbere, inclusiv de colectare a mustului. În astfel de condiții se pot realiza 4 – 5 șarje de fierbere în 24 ore. La dotarea completă se asigură 6 – 7 șarje în 24 ore.

La o șarjă de măciș de 4.300 kg se pot obține anual 400.000 hl cu o instalație cu al doilea bloc fără cazane de plămădire – zaharificare și 550.000 hl cu două blocuri complete. Separatorul de hamei se amplasează independent de instalație, un singur agregat putând deservi două blocuri.

Există și variante de instalații de brasaj de tip bloc cu filtre prese în loc de cazane de filtrare. Acestea se amplasează în afara agregatului complex. Spațiul liber rămas permite prevederea a două recipiente de plămădire, două de zaharificare, unul de colectare a mustului și un cazan de fierbere într-un singur bloc.

Instalațiile de brasaj de tip turn se execută sub formă cilindrică. Ele posedă cazane de plămădire, zaharificare, filtrare, colector de must și cazan de fierbere, așezate suprapus în mod asemănător ca la instalațiile bloc, cu diferența că întregul agregat este un turn cilindric. Neavând schelet metalic de susținere a diverselor recipiente, acestea au pereții mai groși în comparație cu instalațiile tip bloc.

Cazanul de fierbere din instalație de fierbere bloc (Ziemann) este un cazan paralelipipedic, cu fund semicilindric, montat la partea inferioară a instalației – bloc (v. fig. 6.3). Cazanul nu are agitator, dar realizează o bună convecție a mustului prin dispunerea asimetrică a suprafeței de încălzire formată din țevi semicilindrice sudate pe suprafața exterioară a fundului cazanului. În acest caz se realizează o cifră de evaporare de 8 – 10%.

Cazan paralelipipedic de fiert must cu fund înclinat asimetric. La construcția cazanelor de mare capacitate din alte materiale decât cupru (oțel inoxidabil, oțel placat) s-au abordat

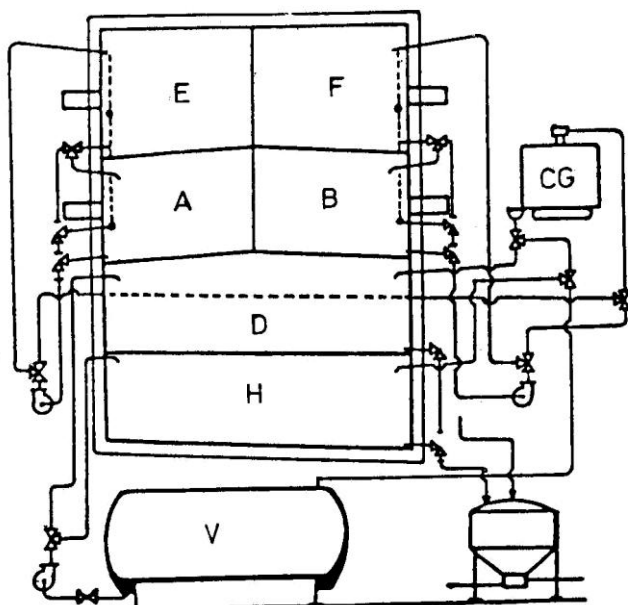


Fig. 6.3. Instalație de fierbere-bloc, cu filtru de plămădire (Ziemann): A, B, E, F – cazane de plămădire-zaharifcare; D – rezervor intermediar de must; H – cazan de fierbere a mustului; CG – filtru de plămădire cu rame și plăci; V – rezervor ape de spălare.

forme clasice, apărând în special recipiente paraleli-pipedice cu fundul înclinat asimetric spre centru. Pe latura lungă a fundului sunt aplicate elementele de încălzire tubulare, iar pe cea scurtă agitatoarele de mare turație de dimensiuni mici. Astfel de agregate sunt cunoscute sub denumirea de instalații *Hydraulomatik* tip *Steinecker*. Ulterior s-au răspândit sub forme asemănătoare în multe variante. Astfel de cazane de fierbere a mustului de bere pot realiza coeficienți de evaporare orară de 8 %.

În țara noastră se construiesc cazane de fiert must cu hamei, de tip paralelipipedic cu fund înclinat asimetric, destinate pentru șarje de 3500 kg măciniș, cât și pentru 7750 kg.

În primul caz, la o cantitate de must primitiv și de ape de epuizare de 252 hl, o durată de fierbere de 120 min. și un coeficient de evaporare de 6%, rezultă un volum util al cazanului de 210 hl.

Cazanul din figura 6.4 are fundurile înclinate în pante de 33° pe partea mai mică și 38° , pe cea mare și este confecționat din oțel. El are o lungime totală de 6619 mm, lățime de 3456 mm și înălțime de 4479 mm. La un coeficient de umplere de 63 %, volumul total al cazanului este de 395 hl. Cazanul are o suprafață de încălzire de $17,74 \text{ m}^2$ dimensionată pentru abur de 3 bar. Consumul mediu de abur este de 1500 kg/h. Pe pereții frontali ai cazanului se află bateriile de distribuție de abur și un racord pentru luarea de probe. Pe capac se găsesc: hota pentru evacuarea vaporilor, două racorduri pentru introducerea mustului de la cazanul de filtrare și de la vasul tampon intermediar de must, un ștuț pentru ape de spălare, gură pentru introducerea hameiului măcinat și gură de control.

Cazanul este echipat cu două agitatoare cu două turații, ele fiind acționate de motoare de 6/9 kW, de 720/1450 rot/min, reducție 1/25, rezultând 28/58 rot/min.

Cazanul de fiert must cu hamei pentru șarje de măciniș de 7750 kg are formă asemănătoare cu precedentul, dar dimensiuni mai mari. Se asigură o evaporare orară de 8%. Pe latura mai mare a fundului înclinat există elementele de încălzire, completate cu o serpentină interioară. Suprafața exterioară de încălzire este de 30 m^2 , iar cea a serpentinei, de $9,4\text{ m}^2$.

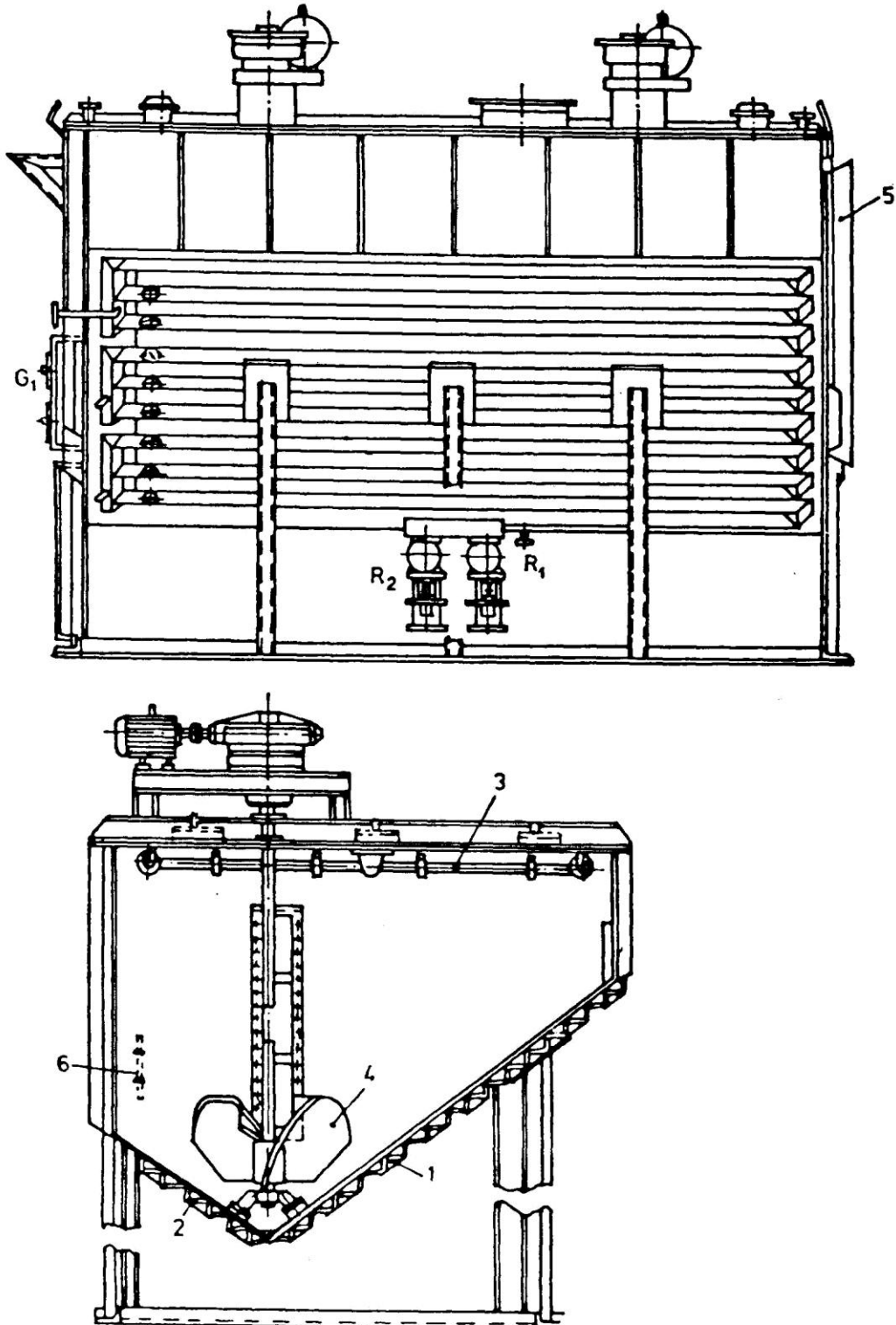


Fig. 6.4. Cazan paralelipedic de fiert must cu fund înclinat asimetric:
 R_1 – robinet de ieșire condens; R_2 – robinet de golire cazan; G_1 – gură de vizitare; 1 – baterie de încălzire I; 2 – baterie de încălzire II; 3 – serpentină pentru spălare; 4 – agitator; 5 – traductor de nivel; 6 – termometru.

La un volum nominal de $82,32 \text{ m}^3$ și un coeficient de umplere de 0,8 rezultă un volum util de 65 m^3 . Dispune de două agitatoare de câte 14 kW cu raport de reducere a turației de 1/18, realizând 83 rot/min. Este confecționat din tablă de oțel, cu excepția capacului care este din oțel inoxidabil și dimensionat pentru a susține moara de hamei.

Pentru creșterea capacității cazanelor clasice, s-au amenajat în interior elemente suplimentare de încălzire sub formă de țevi verticale, serpentine inelare, iar uneori serpentine rotative care înlocuiesc agitatoarele.

Cele mai cunoscute sunt percolatoarele respectiv tuburile în cascadă (tip Huppmann), alcătuite din două plăci inelare cilindrice concentrice suprapuse, inelul superior având un diametru mai mic decât cel inferior. În afară de încălzirea suplimentară se asigură astfel o bună amestecare, cu prevenirea formării de spumă. Prin introducerea de metode automate de curățire și dezinfecție în circuit închis s-a soluționat favorabil inconvenientul spălării mai greoaie a acestor dispozitive, ce pot fi montate în orice cazan de tip clasic.

O altă soluție constituie fierbătoarele stelare alcătuite din 6...10 plăci de încălzire verticale, unite în centru cu o țevă, încât au formă de stea. În Ungaria s-au introdus astfel de dispozitive la mai multe cazane de fierbere existente. La o suprafață de încălzire de 18 m^2 se montează o stea din 6 elemente cu grosimea peretelui de 6 mm. Cu un consum de abur de 5,7 t/h de 4 bar se poate evapora o cantitate de apă de 4,5 t/h, crescând capacitatea cazanului de fierbere cu cca. 30%.

6.2 Fierberea mustului la presiuni joase

Se poate realiza în instalații de diferite construcții, care au incluse în construcție suprafețe suplimentare de căldură de tipul fierbătorului interior și al fierbătorului exterior. Fierberea se realizează la temperatura de $102...106 \text{ }^\circ\text{C}$ (maximum $110 \text{ }^\circ\text{C}$), cifra de evaporare fiind de 3...6%.

În categoria cazanelor de fierbere sub presiune joasă intră:

- cazanul de fierbere cu fierbător interior;
- cazanul de fierbere cu fierbător exterior.

Cazanul de fierbere cu fierbător interior (v. fig. 6.5), are în interior un schimbător de căldură tubular, mustul deplasându-se ascendent în interiorul țevilor încălzite de abur care circulă în spațiu intertubular. La ieșire din fierbătorul interior, mustul este pulverizat printr-un distribuitor al fierbătorului, evitându-se în acest fel spumarea mustului. Cazanul este caracterizat printr-o circulație intensă a mustului. Durata fierberii este de 60 – 70 min., iar cifra de evaporare scade la 50% față de fierberea convențională. Avantajele acestui cazan sunt următoarele: costul redus al investiției, posibilitatea modificării regimului de fierbere și a cifrei de evaporare, fierbere fără formarea de spumă, posibilitatea folosirii aburului de joasă presiune (1 bar). Schimbătorul de căldură tubular poate fi montat și în cazanele convenționale, dacă acestea rezistă la presiunea de lucru.

Cazanul de fierbere cu fierbător exterior (v. fig. 6.6), realizează prima fierbere în interiorul cazanului la temperatura de $100 \text{ }^\circ\text{C}$, urmată de o fierbere la $102...108 \text{ }^\circ\text{C}$, într-un fierbător exterior reprezentat de un schimbător de căldură multitubular. În timpul fierberii, mustul este recirculat de 7...12 ori/h prin fierbătorul exterior. La întoarcerea mustului din fierbătorul exterior în cazan are loc o evaporare intensă, datorită diferenței de presiune. În schimbătorul tubular exterior, mustul circulă cu viteza de $102...104 \text{ }^\circ\text{C}$, pentru berile de fermentație inferioară, și de $104...108 \text{ }^\circ\text{C}$, pentru berile de fermentație superioară. Fierberea cu

cu fierbător exterior se poate realiza și într-o instalație combinată dintr-un cazan Whirlpool (în care se poate realiza fierberea și separarea tru-bului la cald) și dintr-un fierbător exterior.

Schimbătorul de căldură exterior trebuie supus curățirii și dezinfecției automate în circuit închis și contracurent cu soluții sodă, acid azotic, apă și dezinfectant, după 15 șarje de fierbere.

Avantajele principale ale instalațiilor de fierbere cu recirculare permanentă și ușoară suprapresiune cu încălzire exterioară, sunt: scurtarea duratei de fierbere de la 100 min., la 70...75 min.; realizarea unor cifre de evaporare ridicate, care ajung până la 15%; fierberea fără înglobare de aer, respectiv temperaturi ale vaporilor de cca. 100 °C; necesitatea curățirii țevilor abia după 15 șarje; obținerea de musturi de culoare deschisă; conținut redus de azot coagulabil al mustului fiert care ajunge până la 1,1 mg/100 ml; filtrabilitate ameliorată, stabilitate la frig îmbunătățită; posibilitatea fierberii sub presiune, la temperaturi de până la 130 °C; reducerea consumului de energie cu până la 30 %; posibilitatea cuplării cu instalații de răcire prin absorbție; recuperarea de până la 7 kW/hl apă evaporată.

Pentru ameliorarea randa-mentului termic s-au realizat forme noi ale țevii centrale de retur care pătrunde într-un tub mai lat, deschis în partea superioară, obținându-se un efect similar cu cel al inje-c-torului și prin aceasta, o miș-care intensivă a mustului.

La un cazan cu o capa-citate de 450 hl must fiert și diametrul de 5 m, tubul interior are diametrul de 200 mm și cel exterior de 320 mm. Viteza optimă a trecerii mustului prin instalația exterioară tubulară de încălzire este de 2,5 m/s, realizându-se astfel o auto-curățire. Puterea instalată pentru o secție de fierbere cu șarjă de 10 t măciniș este de 38 kW.

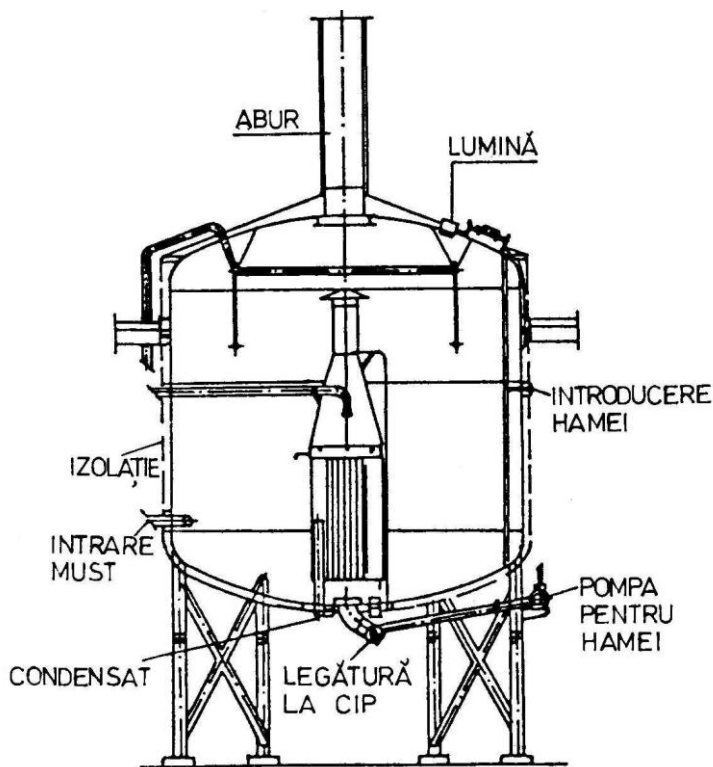


Fig. 6.5. Cazan de fierbere a mustului cu fierbător interior.

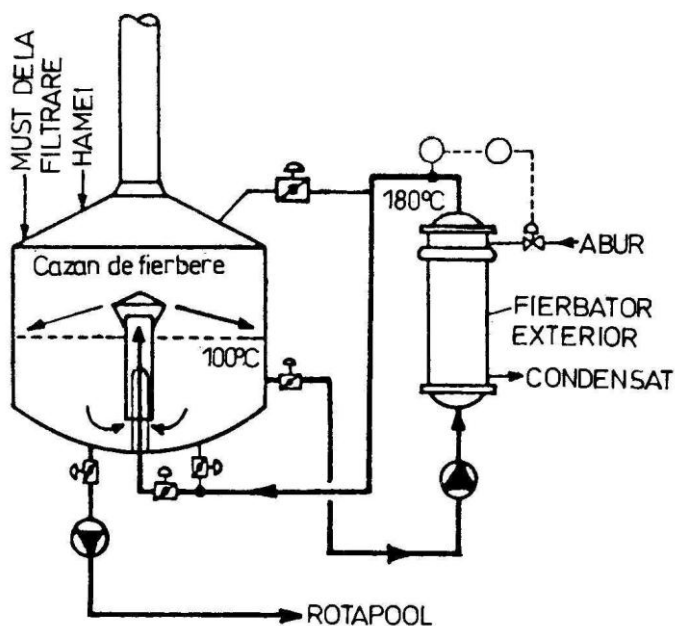


Fig. 6.6. Schema cazanului de fiert must cu fierbător exterior.

6.3 Fierberea mustului la presiuni ridicate

Prin creșterea temperaturii de fierbere, toate reacțiile fizico-chimice în must se desfășoară mai rapid. S-a stabilit că, pentru realizarea aceluiași randament de izomerizare ca și la fierberea convențională de 90 min. la temperatura de 100 °C, sunt valabile următoarele corelații temperatură / timp: 110 °C / 30 min; 120 °C / 16 min; 130 °C / 6,9 min; 140 °C / 2,9 min; 150 °C / 1,2 min; 160 °C / 0,5 min. Efectul temperaturii de peste 100 °C conduce la creșterea vitezei de coagulare a proteinelor. De aici a pornit ideea fierberii continue la temperaturi ridicate.

Fierberea la temperaturi ridicate se realizează în două tipuri de instalații:

I. Instalație de fierbere a mustului la temperaturi ridicate cu destindere în mai multe trepte (v. fig. 6.7). În acest caz mustul realizat de la plămădire este depozitat într-un vas tampon și amestecat cu doza de hamei. Cu ajutorul unei pompe centrifuge el este adus la o presiune de 6 bar și o temperatură de 75 °C și apoi încălzit într-un schimbător de căldură spiral până la 95 °C. În continuare urmează încălzirea într-un al doilea schimbător de căldură similar până la temperatura de 115 °C și în final, într-un al treilea, unde, de fapt are loc reacția dorită la temperatura de 140 °C timp de 5 min. Pentru asigurarea duratei de menținere a temperaturii, al treilea schimbător de căldură este prelungit cu serpentine. Urmează detenta prin intermediul unui

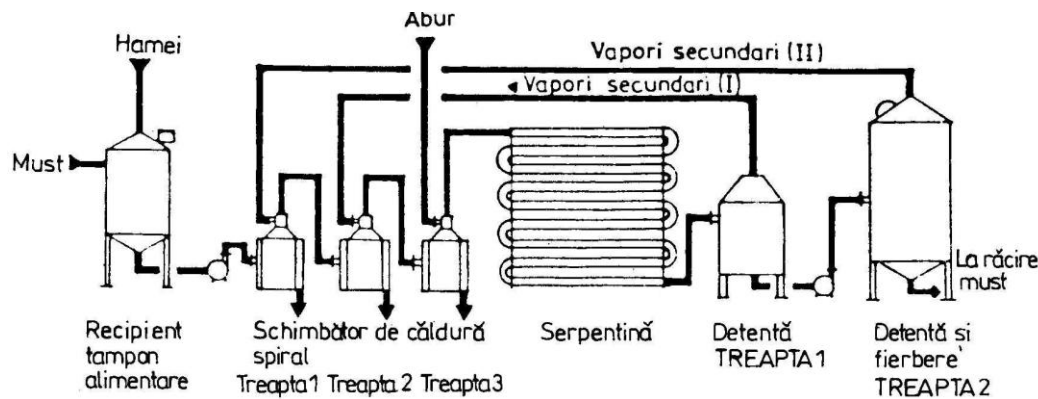


Fig. 6.7. Instalație de fierbere a mustului în trepte la temperaturi ridicate (HTW), cu destindere în mai multe trepte.

ventil corespunzător, astfel încât mustul ajunge într-un colector la o presiune de 1 bar și temperatură de 120 °C. Vaporii rezultați prin această detentă sunt utilizați pentru încălzirea mustului în al doilea schimbător de căldură. Prin cuplarea intermediară a unei pompe, care menține presiunea constantă de 1 bar în primul recipient colector, urmează un al doilea vas unde are loc detenta până la presiunea atmosferică și adăugarea ultimelor fracțiuni de hamei sau produse de hamei de tip aromat.

Vaporii rezultați de la al doilea colector prin detentă sunt folosiți pentru încălzirea primului schimbător de căldură de la 75 la 95 °C. În felul acesta se recuperează o mare parte din cantitatea de căldură folosită. Doar în al treilea schimbător de căldură are loc introducerea directă de abur la presiunea de 7 bar.

II. Instalație de fierbere a mustului la temperaturi ridicate cu destindere în două trepte (v. fig. 6.8). În acest caz se realizează preîncălzirea treptată a mustului în trei schimbătoare de căldură până la temperatura de 140 °C (temperatură corespunzătoare presiunii de 6 bar), temperatură la care mustul este ținut 5 minute.

Mustul fiert trece treptat în două vase de depresiune cu scăderea temperaturii la 120 °C (1bar) și apoi la 100 °C.

Vaporii rezultați din detentă sunt utilizați la preîncălzirea mustului.

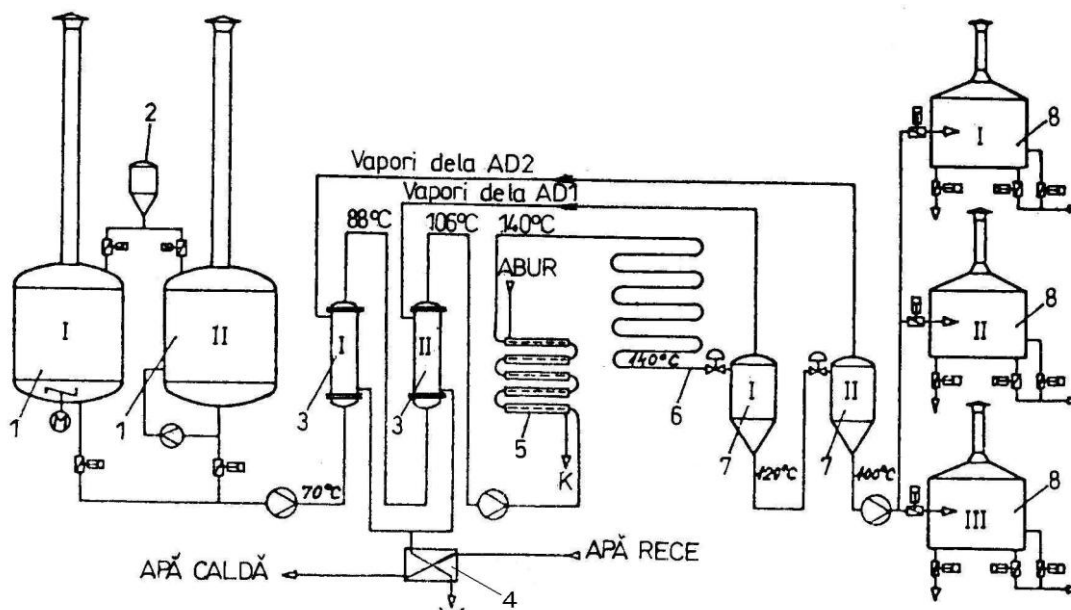


Fig. 6.8. Instalație de fierbere a mustului la temperaturi ridicate (HDK) cu destindere în două trepte: 1 – cazane pentru must; 2 – vas pentru hamei; 3, 5 – schimbătoare de căldură; 4 – răcitor pentru condens; 7 – vas pentru detentă; 8 (I, II, III) – rotapool; AD1 și AD2 – abur secundar de la treapta I și, respectiv, II detentă.

6.4 Metode de reducere a consumului de energie la fierbere

Pentru evaporarea a 1 kg de apă la temperatura de 100°C este necesară o cantitate de energie de 2260 kJ. La evacuarea vaporilor de apă prin hota cazanului se pierde o parte din energia consumată pentru evaporarea apei la fierberea mustului. În plus, vaporii de apă antrenează și substanțe volatile din must care sunt considerate ca poluanți.

Pe lângă metodele de reducere a cifrei de evaporare prin fierberea sub presiune, se mai utilizează următoarele metode de recuperare a energiei vaporilor de apă formați la fierbere și anume: **condensarea vaporilor; compresia vaporilor și fierberea la presiune joasă cu recuperator de căldură.**

6.4.1 Condensatorul recuperator de căldură

Servește pentru recuperarea parțială a căldurii vaporilor degajați din cazanul de fierbere prin generare de apă caldă. Poartă denumirea de **Pfaduko**.

Reprezintă un schimbător de căldură tubular de formă paralelipipedică. Acesta este montat pe hota de evacuare a vaporilor cazanului de fierbere și permite ca pentru fiecare 1 hl de apă evaporată din cazan să se încălzească la 80°C circa 0,8 hl apă. Printr-o serie de țevi de cupru circulă apa ce urmează a fi încălzită, iar vaporii degajați, respectiv aburul secundar, circulă prin spațiul inter-tubular, aspirația fiind asigurată cu ajutorul unui ventilator. Condensatul rezultat este evacuat printr-un racord montat pe fundul corpului, iar vaporii necondensați se elimină de către ventilator prin conducta 6 (v. fig. 6.9). Pentru cazanul de fierbere de 3500 kg/șarjă, condensatorul are 828 țevi de cupru cu $\square 18 \times 1,5$ mm. Ventilatorul are un debit de $7100 \text{ m}^3/\text{h}$. Din practică rezultă că, cu acest recuperator se condensează cca. 35% din cantitatea de vaporii degajați.

Pentru repartizarea apei în țevi se realizează 36 de treceri prin schimbătorul de căldură. În partea inferioară se află un racord de alimentare cu apă rece, iar în cea superioară, un racord similar pentru evacuarea apei calde. Se asigură astfel o circulație în contracurent între vaporii degajați din cazanul de fierbere și apa ce se încălzește.

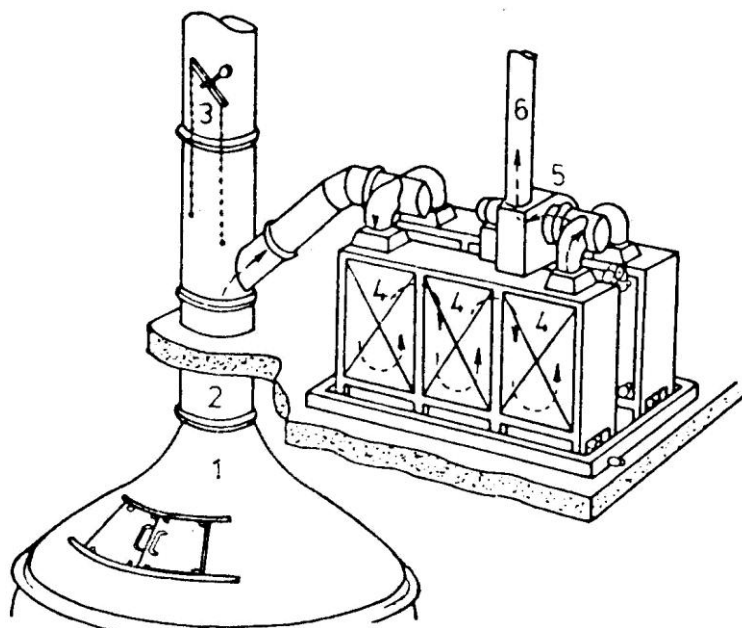


Fig. 6.9. Condensator recuperator de căldură (Pfaduko):
1 - cazan de fiert must; 2 - hotă; 3 - clapetă; 4 - condensator;
5 - ventilator; 6 - conductă evacuare vaporii.

Deasupra piesei de legătură cu coșul de tiraj al cazanului se montează o clapetă de închidere a evacuării vaporilor, care permite dirijarea acestora și admisia reglabilă prin partea superioară a recuperatorului de căldură.

6.4.2 Recuperarea energiei prin compresia vaporilor

Compresia vaporilor și creșterea temperaturii acestora la 102...108 °C, pentru a putea fi refolosiți, se poate face prin:

- **compresie mecanică**, ce se realizează cu un compresor până la presiunea de 0,2 ...0,5 bar. Consumul de energie pentru compresie este de circa 5% din energia primară necesară. Compresia mecanică de vaporii poate fi utilizată la instalațiile convenționale;
- **termocompresie**, care utilizează un ejector în care, cu ajutorul aburului de 8...18 bar, se antrenează vaporii de apă din cazanul de fierbere, energia cinetică produsă de viteza mare de transport fiind transformată într-o suprapresiune de 0,1...0,4 bar. În cazul folosirii unei instalații de fierbere cu fierbător exterior, acest procedeu, realizează cantități mari de apă caldă rezultată din condensarea vaporilor. Este recomandat acest procedeu în fabricile cu consum mare de apă caldă.

Compresia vaporilor și creșterea temperaturii acestora pentru a putea fi refolosiți, se poate face cu ajutorul instalațiilor prezentate în figura 6.10. și figura 6.11.

Necesarul de energie primară pentru diferite sisteme de fierbere a mustului este prezentat în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Necesarul de energie primară pentru diferite sisteme de fierbere a mustului

Tipul fierberii	Încălzire de la 75 °C la temperatura de fierbere	Necesarul total de căldură, kJ/hl must primitiv	Producerea de apă caldă și răcirea mustului, hl apă caldă / hl must primitiv*
Fierbere la presiune	100	51960 (100%)	1,96

atmosferică cu Pfaduko			
Fierbere la presiune atmosferică cu compresor de vapori	100	23160 (45%)	1,56
Fierbere la presiune joasă cu Pfaduko	100	22530 (43%)	1,36
Fierbere la presiune înaltă (140...160 °C)	113	16300 (32%)	1,24
Fierbere la presiune înaltă (120 °C)	85	15090 (29%)	1,23

*Producerea de apă caldă prin răcirea mustului la 20 °C, apa rece intră cu 11 °C și iese cu temperatura de 80 °C.

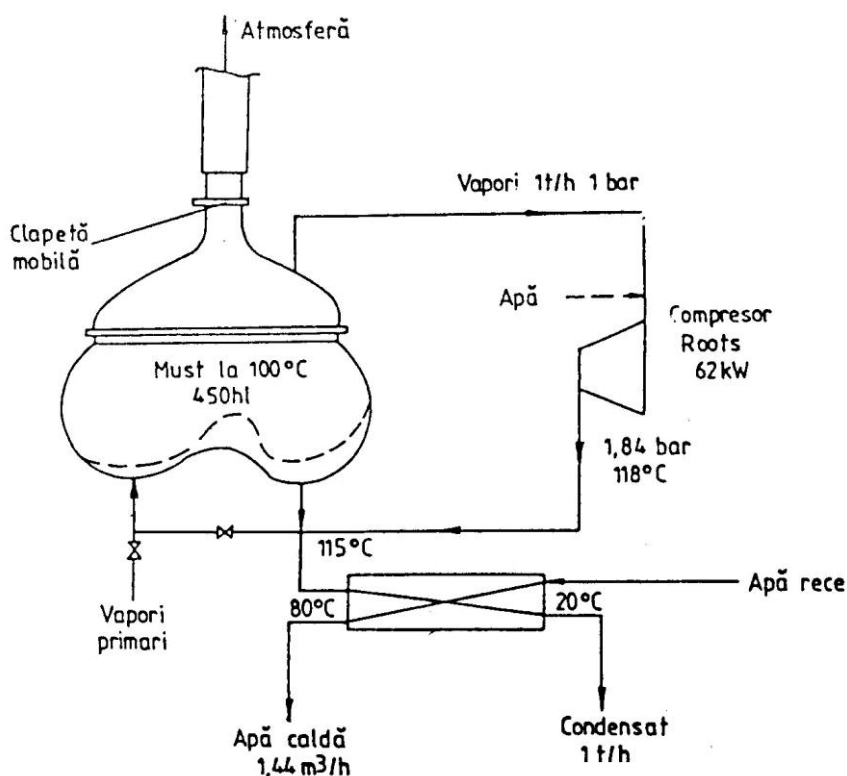


Fig. 6.10. Instalație de fierbere a mustului cu recompresie mecanică a vaporilor prevăzută cu compresor *Roots*.

6.5 Instalațiile de fierbere continuă a mustului

În majoritatea cazurilor aceste instalații sunt legate și de alte utilaje care urmăresc realizarea întregului proces de brasaj. Ele prezintă avantajul reducerii considerabil a spațiilor ocupate de utilaje, a duratei proceselor tehnologice și a consumurilor de utilități. În general și costurile de investiții sunt mai scăzute. Deși numărul de tipuri de instalații este mare, în practica industrială nu s-au putut introduce decât câteva. Majoritatea funcționează pe principiul trecerii mustului prin conducte sau recipiente încălzite diferențiat pe zone, în funcție de faza procesului

tehnologic, începând cu plămădirea prin infuzie cu încălzire treptată, continuând cu filtrarea pe benzi și terminând cu fierberea, de asemenea în conducte.

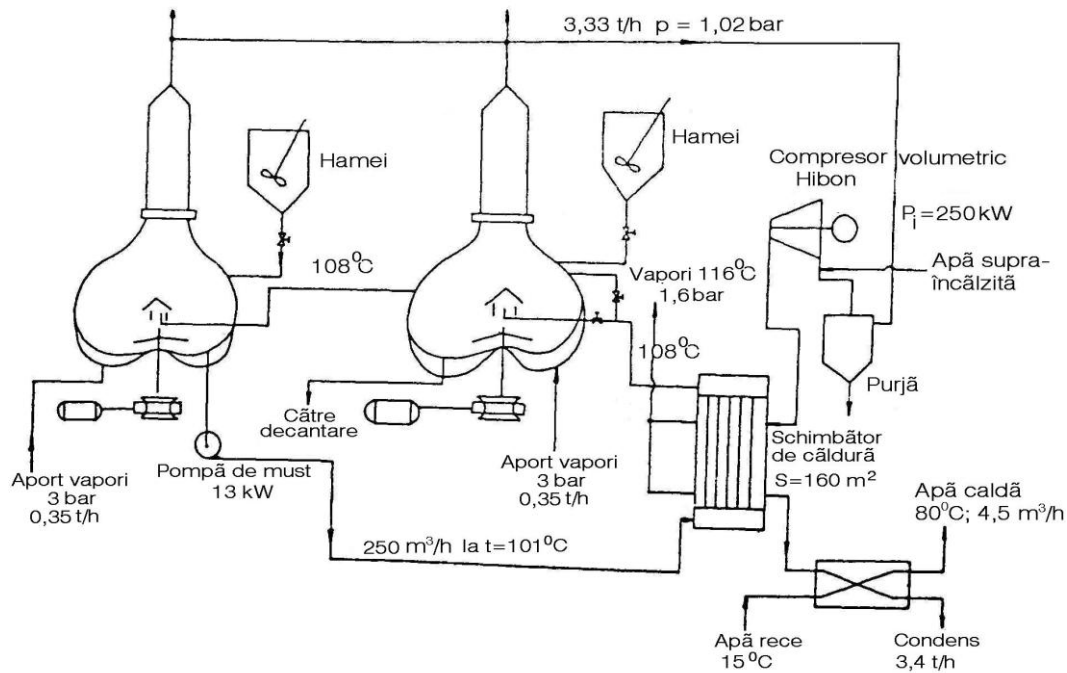


Fig. 6.11. Instalație de fierbere a mustului cu recompresie mecanică a vaporilor prevăzută cu compresor **Hibron**.

Instalațiile de tip APV în funcțiune la mai multe fabrici din Anglia și Spania asigură fierberea în două cazane și extracția continuă a hameiului în contracurent, limpezirea prin decantare și centrifugare, urmată de o răcire într-un schimbător de căldură cu plăci. Capacitatea instalației celei mai mari este de 1000 hl must/zi.

Se urmărește plămădirea, filtrarea, fierberea, răcirea și filtrarea continuă într-o unitate cu o construcție cu 5 etaje și o suprafață a secției de fierbere de 480 m² (v. fig. 6.12). Se utilizează atât malț cât și cereale nemalțificate, care se introduc în silozul tampon 1 și 10 al secției de fierbere, ce asigură o rezervă pentru o producție de cca. 12 ore. Din celula 1, malțul ajunge prin intermediul cântarului 2 și al magnetului de reținere a impurităților feroase 3, în șnecul de condiționare 4, unde are loc umezirea. Urmează măcinarea în moara 5 și apoi omogenizarea cu

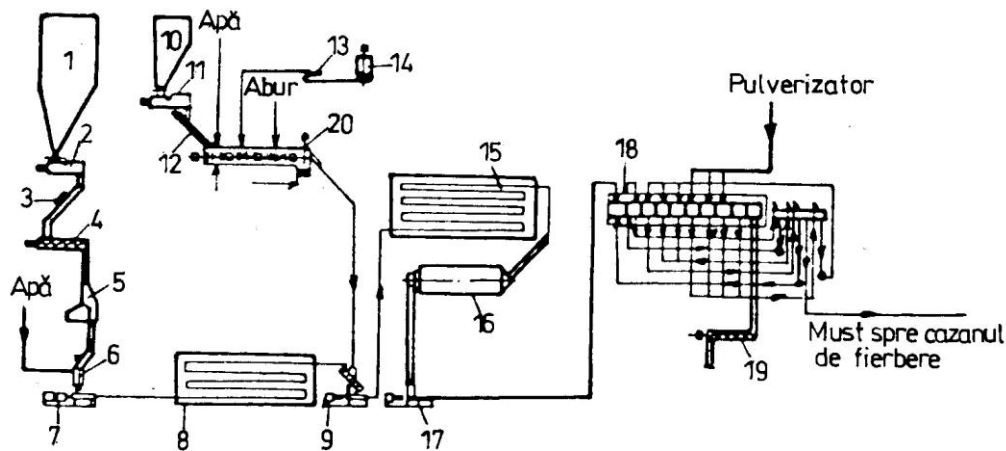


Fig. 6.12. Schema instalației APV de plămădire, zaharificare și filtrare a mustului de bere: 1 - siloz; 2 - cântar; 3 - magnet; 4 - șnecl pentru condiționare; 5 - moară; 6 - omogenizator; 7 - pompă dozatoare; 8 - preplămăditor; 9 - pompă; 10 - siloz; 11 - cântar; 12 - șnecl înclinat; 13 - pompă dozatoare; 14 - recipient pentru preparate enzimatice; 15 - zaharificator tubular; 16 - zaharificator cilindric; 17 - pompă; 18 - filtru; 19 - șnecl; 20 - fierbător.

apă în agregatul 6. În felul acesta se obține o plămadă care este trecută cu ajutorul pompei dozatoare 7, în instalația de plămădire de tip serpentină 8.

Paralel cu tratarea malțului are loc și prelucrarea cerealelor nemalțificate alimentate din celula tampon 10, în cântarul 11, de unde, prin șnecul înclinat 12, intră într-un fierbător continuu cu cilindru cu palete 20. Tot aici se aduc și preparatele enzimatiche pregătite în recipientul 14 și debitate cu pompa dozatoare 13. Urmează întâlnirea fluxurilor de plămăzii de malț și cereale nemalțificate și debitarea cu pompa 9, în zaharificatorul tubular 15 și în continuare, în cel cilindric 16. Plămada zaharificată este trecută apoi în filtrul 18, prin intermediul pompei 17. Borhotul este evacuat în siloz cu ajutorul șnecului 19, iar mustul trecut la secția de fierbere.

Mustul colectat (v. fig. 6.13) în recipientul 1, este trecut în două cazane de fierbere 2 și 3, în care se adaugă și extractul de hamei debitat din recipientul 10, cu ajutorul pompei 11, sau conurile de hamei alimentate din silozul 5, prin zdrobitorul 12, cântarul 4 și distribuitorul 7. Mustul fiert este adus cu pompa 9, în sita 16, de unde ajunge în recipientul 13, în timp ce borhotul reținut este eliminat prin conducta 8, spre siloz. Vaporii degajați în cazanele de fierbere sunt condensați în schimbătorul de căldură 6.

Din recipientul colector mustul este preluat cu pompa 14 și trimis în separatorul centrifugal de limpezire 15, de unde ajunge în colectorul 17. De aici pompa 21, debitează mustul limpezit în răcitorul 18, după o aerare în recipientul 19 și debitarea cu pompa 21, în filtre cu kieselgur 22, dozat din recipientul 20. Apoi, mustul este diluat cu apă pentru realizarea unei concentrații constante, și trecut la fermentare.

Uzinele **Alfa-Laval** din Suedia au elaborat instalația **Centibrew**. Ea se compune din patru linii distincte și anume: cea de prelucrare a malțului, linia de plămadă, linia de extract și cea pentru tratare termică (fierbere) (v. fig. 6.14).

În linia de malț are loc curățirea uzuală cu echipament tradițional 1, cântărirea automată 2 și măcinarea acestuia într-o moară cu ciocane până la mărimi ale măcinișului între 0,3 și 0,5 mm. Prin măcinarea fină se urmărește grăbirea reacțiilor enzimatiche la plămădire și mărirea extractului. Pulberea de malț trece printr-un separator de praf 5 și apoi este dozată cu ajutorul dispozitivului 4, într-un cazan de plămădire. Procesul standard nu prevede folosirea de cereale nemalțificate, deși sub aspectul echipamentului, o astfel de tehnologie este posibilă.

În cazanele de plămădire pulberea de malț este amestecată cu apă de 40 °C. Instalația permite reutilizarea apelor de spălare de la fierbere. Plămădirea poate avea loc atât pe cale de infuzie cât și prin decoctie, procesul fiind automatizat prin comandă de timp și temperatură. În fluxul tehnologic din figura 6.14 este redat un procedeu prin infuzie.

Plămada este adusă la o temperatură de cca. 50 °C prin trecerea printr-un schimbător de căldură 7 și menținută timp de cca. 10 minute la această temperatură prin parcurgerea prin reactorul spiral 8. După repausul proteic plămada trece printr-un alt schimbător de căldură unde temperatura se ridică la 70 °C pentru zaharificare. Durata de repaus este de 40 minute, ea fiind asigurată prin trecerea prin reactoarele spirale în serie. După plămădirea finală la 78 °C plămada este pompată mai departe în linia de extract. Ea reprezintă filtrarea mustului și realizează un flux în contracurent în trei trepte prin intermediul unor site conice rotative 9. Fiecare sită are două conuri cu perforări de până la 30 microni. Filtratul conține încă cantități mici de particule fine, în special de natură proteică, care se separă cu ajutorul centrifugării. Între site se găsesc rezervoare de amestec, astfel încât se asigură un echilibru perfect în fiecare treaptă, iar borhotul se îndepărtează cu un conținut de substanță uscată de cca. 25%, având în același timp, un conținut de extract de sub 0,5%.

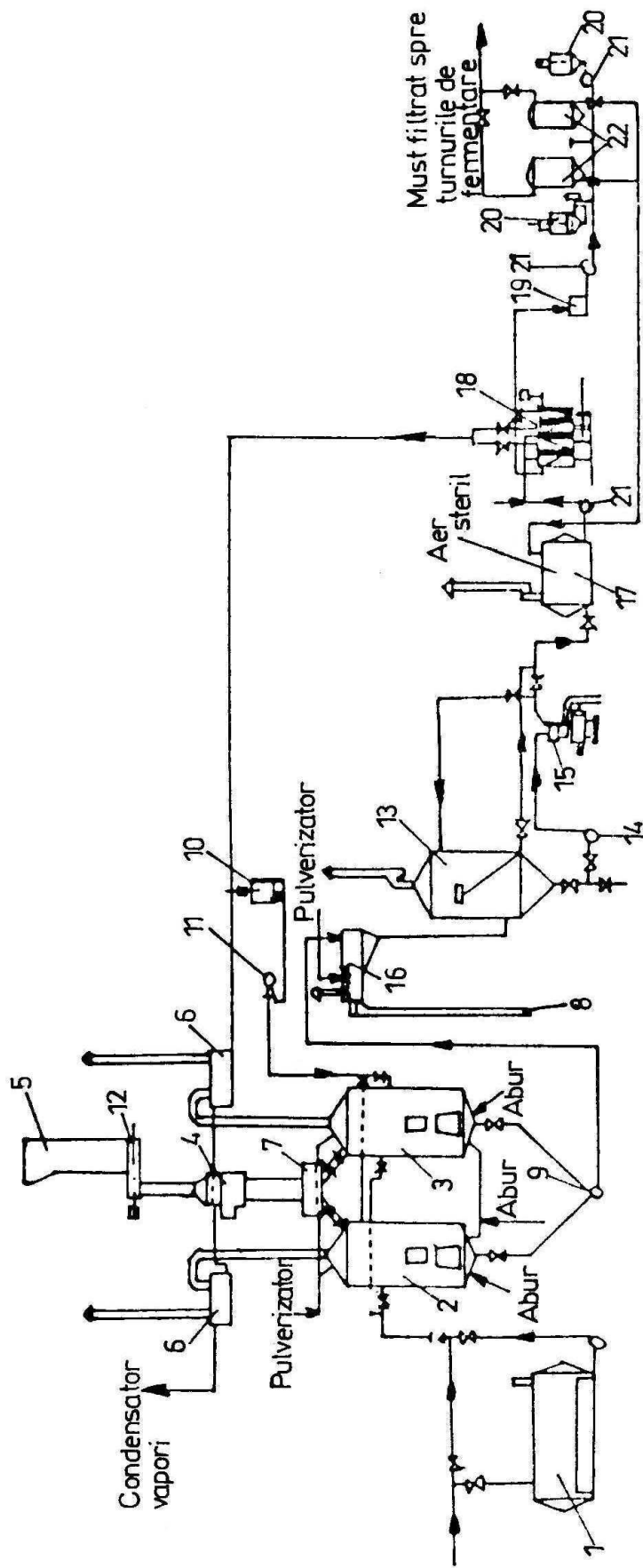


Fig. 6.13. Instalația APV de fierbere, răcire și filtrare a mustului de bere:

- 1 – recipient pentru must; 2 și 3 – cazane de fierbere; 4 – cântar pentru hamei; 5 – siloz de hamei; 6 – condensator; 7 – distribuitor; 8 – conductă borhot; 9 – pompă must; 10 – recipient pentru extract de hamei; 11 – dozator; 12 – zdrobotor de hamei; 13 – recipient de hamei; 14 – pompă; 15 – sită; 16 – sită; 17 – răcitor must; 18 – răcitor must; 19 – recipient; 20 – recipient pentru kiselgur; 21 – pompă; 22 – filtru.

Mustul este limpezit cu ajutorul unui separator cu talere 10. Sedimentul eliminat cuprinde peste 60 % azot proteic la un conținut de 25% s.u. În cazul valorificării prin deshidratare el poate fi utilizat în scopuri alimentare ca adaus proteic în făină de grâu.

Pentru a mări și mai mult randamentul, sedimentul se mai spală din nou și se trece printr-un separator mic, obținându-se un must limpede cu un conținut în sediment de sub 0,1%.

Ultima treaptă a procesului de fierbere are loc în linia denumită de tratare termică, deoarece aici are loc atât fierberea, cât și răcirea. Pulberea de hamei sau extractul de hamei alimentat prin recipientul intermediar cu agitatorul 11, este dozat cu ajutorul dispozitivului 12. Fierberea propriu-zisă a mustului are loc în proces continuu cu abur de 150 °C timp de 2 min. Procesul decurge prin injecție directă de abur, iar durata de contact este asigurată prin intermediul serpentinei 14. După terminarea fierberii propriu-zise mustul este trecut într-un recipient de detentă 15 și răcit sub vid la cca. 80 °C. Condensatorul acestei instalații asigură apă caldă necesară în procesul de fierbere.

În continuare, mustul trece printr-un separator 17, de același tip ca cel utilizat pentru plămadă, eliminându-se astfel borhotul de hamei și trubul. Nămolul evacuat prezintă un conținut în substanță uscată de peste 25%, iar pierderile de extract sunt minime. Mustul astfel limpezit trece prin schimbătorul de căldură cu plăci 18 și se aduce la temperatura de fermentare.

Circuitul de apă caldă se asigură prin intermediul condensatorului de la răcitorul de must, rezultând o apă cu o temperatură de cca. 70 °C. În urma încălzirii plămезii temperatura apei scade la 58°C. O parte din apă este răcită și refolosită la temperatura de 17°C prin intermediul unui condensator exterior. Această apă se utilizează pentru răcirea finală a mustului înainte de a utiliza apă cu gheață necesară aducerii mustului la temperatura de însămânțare pentru fermentare. La o capacitate de 80 hl must/h, apare un excedent de apă fierbinte de 70°C de 3600 l.

Pierderea de extract prin borhot la un must de 11...12 % este de cca. 0,5%. La aceasta se adaugă nămolul proteic de 0,5...0,7 %, separat în limpezitorul de must. Cantitatea de trub este de 0,3...0,4 %. Randamentul total de la prepararea plămезii și până la mustul răcit este de cca. 98 %.

În ceea ce privește consumurile specifice de utilități, acestea reprezintă 14...15 kg abur, 15...18 l apă și 1kWh energie electrică pentru 1 hl de must.

Cantitatea de borhot cu 60 % proteine raportată la substanța uscată este de 300 kg/h la un conținut de substanță uscată de 25%.

Spațiul necesar pentru o instalație de 80 hl/h este de 8 x 15 x 4,5 m.

Costurile de exploatare și amortimente, în condițiile din Suedia, sunt cu cca. 40% mai scăzute decât cele ale instalațiilor clasice. Întreaga linie necesită patru oameni pe schimb și se amortizează în 2...4 ani.

Capacitățile uzuale sunt de 80 și 160 hl/h, ceea ce corespunde cu producției de 500000, respectiv 1 milion hl bere /an.

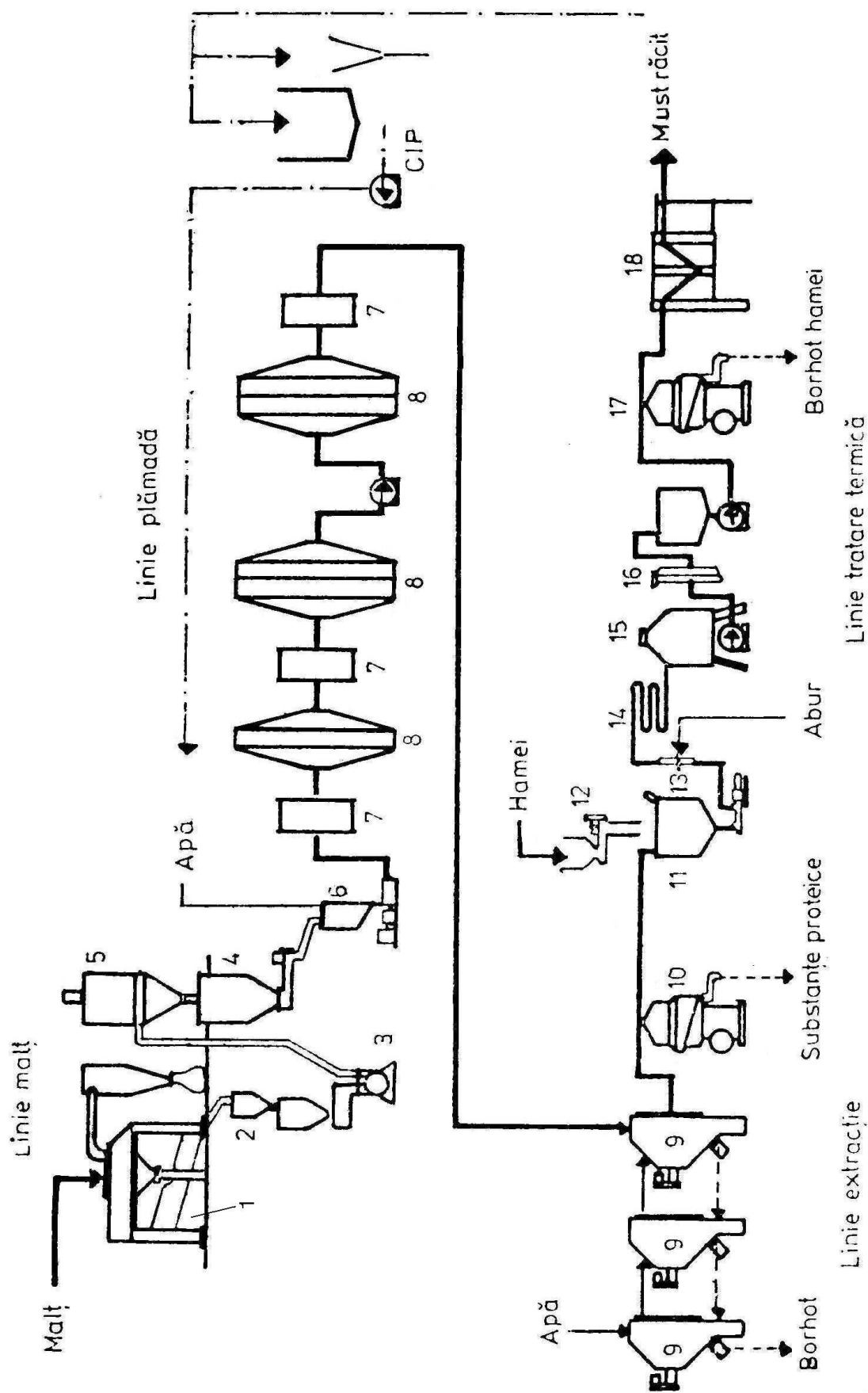


Fig. 6.14. *Linie Centribrew pentru fierberea continuă a mustului de bere:* 1-taras aspirator; 2-cântar; 3-moară cu ciocane; 4-doзатор; 5-separator de praf; 6-plămăditor; 7-schimbător de căldură; 8-reactor spiral; 9-sită conică rotativă pentru extracție; 10-separator centrifugal; 11-recipient intermediar; 12-doзатор de hamei; 13-injector abur; 14-serpentină de încălzire; 15-recipient de detentă; 16-răcitor; 17-separator centrifugal; 18-răcitor cu plăci.

6.6 Electromagnetul pentru borhotul de hamei

Este un aparat pentru îndepărtarea impurităților feroase din borhotul de hamei. La trecerea acestuia prin cutia de reținere a aparatului, eventualele particule feroase care pot proveni de la

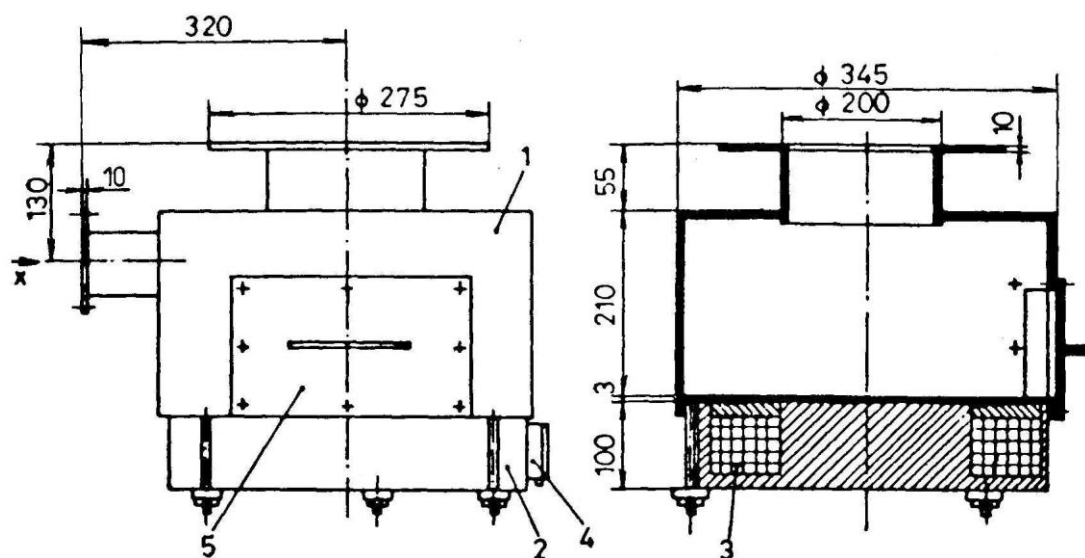


Fig. 6.15. Schema unui electromagnet pentru borhot de hamei

sârma de legare a baloților de hamei trec printr-un câmp magnetic produs de un electromagnet, fiind apoi reținute pe placa de fund a cutiei. Montat în partea inferioară a separatorului de hamei, borhotul trece prin acesta la temperatura de cca. 100°C după fiecare șarjă de fierbere.

Aparatul prezentat în figura 8.15 este compus din cutia de reținere și electromagnetul propriu-zis. Cutia de reținere 1, este o construcție din tablă de oțel, având la partea superioară un orificiu de acces pentru borhot și lateral altul pentru evacuare. Electromagnetul 2, reprezintă o construcție compactă ce realizează declanșarea bobinajului 3. O cutie de conexiuni 4, fixată pe peretele lateral al electromagnetului asigură racordul electric. După trecerea borhotului, ceea ce durează cca. 15 minute după fiecare șarjă, se pot înlătura impuritățile reținute prin orificiul de evacuare 5, prevăzut în peretele cutiei.

Diametrul cutiei este de 345 mm, înălțimea de 200 mm, diametrul tamburului electromagnetului 315 mm și înălțimea acestuia 100 mm.

Forța de reținere la nivelul suprafeței electromagnetului pentru întreaga suprafață este de 3000 daN la o putere instalată de 0,5 kW.

6.7 Reținerea și evacuarea produselor reziduale de hamei

După procesul de fierbere este necesară reținerea conurilor de hamei epuizate, deoarece, ajunse în apele reziduale provoacă o puternică poluare a lor. Acesta se realizează cu așa-zisul separator, respectiv filtru, sub formă de sită, din tablă de cupru. Sita este montată într-un recipient cilindrico-conic, având un agitator cu formă de spirală.

În condițiile instalațiilor din țara noastră, la o șarjă de must de cca. 220 hl se rețin astfel 150 kg hamei epuizat, denumit și borhot, cu o umiditate de cca. 80 %.

Separatorul destinat acestui scop are un volum de 3,90 m³ diametru de 1800 mm, o înălțime a părții cilindrice de 1000 mm și a celei conice de 800 mm. Acționarea se realizează cu un motor de 1,5 kW de 1450 rot/min reductor de 1/50. Separatorul este prevăzut cu o serpentină perforată pentru spălare cu apă.

O eficiență mai bună se obține cu agregatul cu sită înclinată, având un șneccu cu diametru și

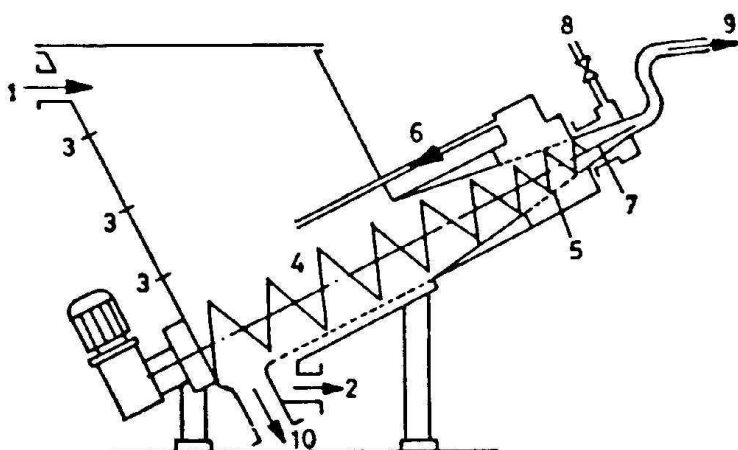


Fig. 6.16. Schema unei site conice pentru borhot de hamei.

și pas descendent, redat în figura 8.16. Mustul se introduce prin gura 1, în pâlnia de alimentare și se evacuează după filtrare prin gura 2, din partea inferioară, după trecerea prin sită a șneccului. Înălțimea stratului de must este reglată în permanență cu ajutorul electrozilor 3. Șneccul 4 asigură presarea și deshidratarea treptată a borhotului până la reducerea umidității acestuia la cca. 50...60 %. O sită suplimentară amplasată în

sectorul superior 5, realizează separarea ultimelor resturi de must scurse prin presare, must care este recirculat în pâlnia de alimentare prin conducta 6. Pâlnia 7, asigură alimentarea unui transportor pneumatic pentru evacuarea borhotului cu ajutorul aerului comprimat, alimentat prin ștuțul 8. Borhotul părăsește sita prin gura 9. Clapeta de golire a conductei 10, se deschide în momentul curățirii instalației.

În situația administrării de hamei sub formă de pulbere nu este necesară reținerea după fierbere a borhotului, acesta fiind eliminat împreună cu trubul în agregatul decantor de tipul *Rotapool*. Pulberea se obține prin măcinare cu ajutorul unei mori cu discuri, știfturi sau ciocane. De cele mai multe ori moara se amplasează direct pe cazanul de fierbere.

În țara noastră se folosesc mori cu discuri dințate care se rotesc împreună cu axul principal în carcasa agregatului. Acesta este prevăzut cu o pâlnie de alimentare, capac dințat care împreună cu dinții discului realizează fanta de măciniș, carcasa și ax cu sistemul de roți dințate conice cu dinți înclinați. Acționarea are loc cu un motor de 11 kw și un reductor care asigură 340 rot/min.

6.8 Răcirea și limpezirea mustului

După răcirea mustului și eliminarea borhotului de hamei este necesară reținerea trubului și răcirea până la temperatura de însămânțare. Conform tehnologiei clasice eliminarea trubului are loc prin decantarea în tăvi, iar răcirea în instalații deschise prin prelingere a mustului peste țevi prin care curge un agent frigorific. Din considerente igienice și economice ambele sisteme s-au abandonat în fabricile moderne, în favoarea recipientelor de decantare cu jet tangențial, a separatoarelor centrifugale, instalațiilor de flotație și a mai multor tipuri de filtre pentru limpezire, cât și a schimbătoarelor de căldură cu plăci pentru răcirea mustului.

6.8.1 Separarea trubului la cald

Mustul fiert cu hamei conține în suspensie borhotul de hamei și precipitatele formate în timpul fierberii mustului, *trubul la cald* sau *trubul grosier*. Borhotul de hamei, atunci când hameiul s-a utilizat sub formă de hamei floare, se îndepărtează prin trecerea mustului prin separatorul de conuri de hamei. Dacă la fierbere s-a utilizat hamei măcinat, pudre de hamei sau pelleți, borhotul se separă concomitent cu separarea trubului la cald.

Trubul la cald are particule de 30 – 80 μ m și se formează în cantitate de 40 – 80 g s.u./hl sau 200 – 400 g trub umed/hl must.

Trubul la cald se poate separa prin sedimentare, centrifugare, filtrare sau separare hidrodinamică (în Whirlpool).

Separarea hidrodinamică în Whirlpool sau Rotapool și este destinat eliminării trubului din must prin decantare centrifugală cu jet tangențial. Este un recipient cilindric închis, din tablă de oțel, oțel inoxidabil sau aluminiu, cu diametru puțin mai mare decât înălțimea, aceasta putând ajunge la dublu la unele forme constructive.

Alimentarea mustului se face prin pompare și cu ajutorul unei duze de distribuție care asigură introducerea tangențială la o înălțime de 1/3 față de fund și la viteza de 10...16 m/s, astfel încât acesta este supus unei mișcări rotative. Particulele grele în rotire sunt împinse spre exterior datorită forței centrifuge, strângându-se pe pereții cilindrului. În același timp acționează și forța gravitațională, astfel încât particulele de trub se vor depune sub formă inelară pe fund. Mustul în curs de rotire este frânat aproape de fund și de pereții frontal de lângă acesta. În consecință se formează un strat limită în care forța centrifugală este anihilată prin micșorarea vitezei, în timp ce în partea superioară a recipientului rotirea continuă, lichidul fiind împins spre exterior. Prin frânare pe perete, lichidul împinge părțile de trub spre centrul fundului, strângând treptat inelul prin conferirea unei forme de con. Lichidul urcă în jurul acestuia și sub influența forței centrifuge în continuă descreștere este împins spre exterior, până când rotația se oprește sub influența frecării pe perete în decursul umplerii recipientului.

În unele variante constructive recipientele au fundul puțin înclinat spre exterior, sau chiar conic și un orificiu lateral de evacuare a mustului la o distanță de cca. 30 cm de fund, precum și duze interioare pentru spălarea recipientului. Există agregate ce au un al doilea ștuț de alimentare în partea superioară pentru introducerea liniștită a mustului la sfârșitul ciclului șarjei, în vederea prevenirii deformării conului printr-o turbulență ridicată.

Separarea centrifugală a trubului la cald se poate face atât în centrifuge cu camere inelare cât și în separatoare centrifugale cu talere.

Eficiența de separare depinde de mărimea particulelor și de densitatea suspensiei de eliminat din lichid, de vâscozitatea lichidului și de suprafața suspensiei. Cu creșterea mărimii trubului grosier depunerea este mai ușoară. În cazul trubului fin densitatea fiind mai mică, separarea este mai grea.

În vederea separării trubului și a drojdiei este necesară depășirea accelerației gravitației de cca. 10000 de ori prin mărirea forței centrifuge. În acest scop se poate determina forța centrifugă, cunoscând masa suspensiei, viteza periferică, raza aparatului și viteza unghiulară a suspensiei.

Formula de calcul este următoarea:

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad [\text{N}], \quad (6.6)$$

în care:

- F_c este forța centrifugă, N;
- m - masa corpului în kg;
- v - viteza periferică, în m/s;
- r - raza centrifugii, în m;
- ω - viteza unghiulară a tamburului, rad/s.

Viteza periferică se calculează cu formula:

$$v = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \quad [\text{m/s}], \quad (6.7)$$

unde n este turația în rot/min.

Pentru industria berii se pot utiliza centrifuge *cu camere* sau *cu talere*.

Centrifugele cu camere funcționează discontinuu. Ele sunt prevăzute cu mai mulți pereți verticali concentrici. După realizarea rotației dorite se introduce mustul sau berea prin partea centrală. O serie de aripioare pun lichidul într-o mișcare rotativă rapidă, iar datorită accelerației centrifuge mustul este împins radial spre exterior. El părăsește prima manta inelară prin partea inferioară, urcă în a doua cameră și iese din aceasta în partea superioară prin o serie de orificii, iar din mantaua exterioară în partea de jos prin orificiile acesteia. În felul acesta, mustul sau

berea sunt obligate să treacă succesiv prin toate mantalele. Particulele grele de separat de depun în partea interioară a celor trei mantale inelare și pe partea inferioară a tamburului. În final, lichidul limpezit trece la un disc răzuitor fix, fiind împins în deschiderile acestuia datorită accelerației centrifuge și funcționând pe principiul invers cu cel al unei pompe centrifuge. Apoi mustul separat se elimină din mantaua exterioară. După terminarea operației respectiv a umplerii spațiului de nămol, se oprește centrifuga procesul fiind grăbit cu ajutorul unei frâne. După fiecare șarjă centrifuga trebuie demontată pentru curățire.

Centrifugele cu camere inelare au o turație a tamburului de 4000...4500 rot/ min. În cazul unui diametru interior al tamburului de 0,6 m, spațiul de depunere a trubului este de cca. 65 l.

La separarea trubului fierbinte debitul este de 75...80 hl/h, iar pentru eliminarea trubului la rece de 35...40 hl/h.

Din cauza necesității demontării după fiecare șarjă, a curățirii și a remontării într-o succesiune strict riguroasă, se tinde la abandonarea acestor centrifuge și înlocuirea cu separatorul cu talere.

Separatoarele centrifugale cu talere folosite în industria berii sunt de tip ermetic, descărcare automată, alimentarea și descărcarea realizându-se în circuit închis sub presiune, iar nămolul se descarcă periodic în condiții de funcționare automată.

Separatorul centrifugal pentru must și bere de tipul BRB X.213-359 al firmei *Alfa-Laval*, are următoarele părți principale: mecanism de acționare cu ax vertical, tambur, capace de separare, dispozitiv de alimentare și evacuare a lichidului alimentator cu apă, distribuitor de apă și instalație de automatizare (v. fig. 6.17).

Mecanismul de acționare se compune dintr-o carcasă de fontă în interiorul căreia se găsește axul orizontal pe care este fixată o roată dințată cu dinți înclinați, în vederea acționării axului vertical, cuplajul centrifugal și o roată dințată pentru acționarea tahometrului. Mișcarea de rotație este generată de motorul electric legat de axul orizontal prin intermediul cuplajului centrifugal.

Axul vertical se rotește cu 4280 rot/min, având fixat pe acesta tamburul de separare. Mustul sau berea se introduc în tambur în partea superioară și se dirijează spre intersecțiile dintre talere prin intermediul unui distribuitor. Datorită diferenței de masă specifică și a forței centrifuge ce acționează asupra particulelor, fracțiunile cu masa specifică mai mare, respectiv trubul sau drojdia se deplasează spre periferia talerelor, iar lichidul umezit cu masa specifică mai mică se mișcă spre partea interioară și se evacuează printr-o pompă centrifugă de pe partea superioară a tamburului.

Instalația de automatizare se compune dintr-un tablou, rezervor pentru apă de comandă, două electro-ventile pentru comanda alimentării cu lichid de limpezit și a apei de spălare.

Caracteristicile de bază sunt următoarele:

- productivitatea 12000...24000 l/h, în funcție de caracteristicile mustului sau a berii;
- presiunea la intrare în separator 1,5 bar;
- presiunea la ieșirea din separator 6 bar;
- puterea motorului 18kW la 1500 rot/min;
- dimensiuni de gabarit: 1450 x 1325 x 1800 mm;
- masa netă 1850 kg.

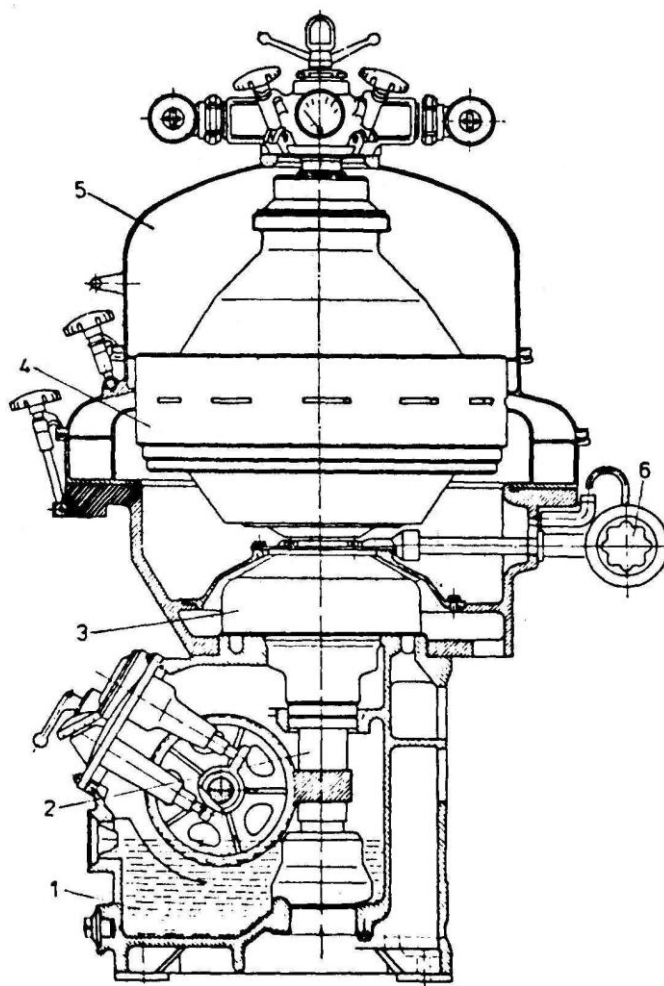


Fig. 6.17. Separatorul centrifugal cu talere:
1- mecanism de acționare; 2- ax vertical; 3 - distribuitor de apă;
4 - tambur; 5 - capac.

6.8.2. Răcirea mustului

Mustul cald, limpezit, trebuie răcit de la temperatura de 95...98 °C până la temperatura de însămânțare cu drojdie, adică la 5...7 °C, pentru drojdia de fermentație inferioară și 10...15 °C, pentru metodele rapide de fermentare, respectiv de 12...18 °C, pentru drojdiile de fermentație superioară. Răcirea unei șarje de must trebuie să se facă în 50 – 90 minute. Operația se realizează în schimbătoare de căldură cu plăci cu două zone sau cu o singură zonă.

Răcitorul cu două zone (v. fig. 6.18), reali-zează în prima zonă răcirea de la $95...98^{\circ}\text{C}$ la $20...25^{\circ}\text{C}$ cu apă de la sursă (având temperatura de $10...15^{\circ}\text{C}$), care se încălzește până la temperatura de $85...88^{\circ}\text{C}$, con-stituind o sursă de apă caldă pentru secția de fierbere. În zona a doua, mustul se răcește de la $20...25^{\circ}\text{C}$ la temperatura de însămânțare cu droj-die. În această zonă răcirea se face cu apă glacială care intră cu temperatura de $0,5...2^{\circ}\text{C}$ și iese cu temperatura de circa 10°C , fiind recir-culată în instalația de producere a apei glaciale. În prima zonă, raportul must / apă de răcire este de 1:1,1 – 1:2 iar în zona a doua de 1:2–1:3. Mustul este introdus în răcitor la presiunea de 2,5 – 3,5 bar.

Răcitorul cu o singură zonă (v. fig. 6.19), realizează răcirea cu apă glacială de $1-2^{\circ}\text{C}$, care

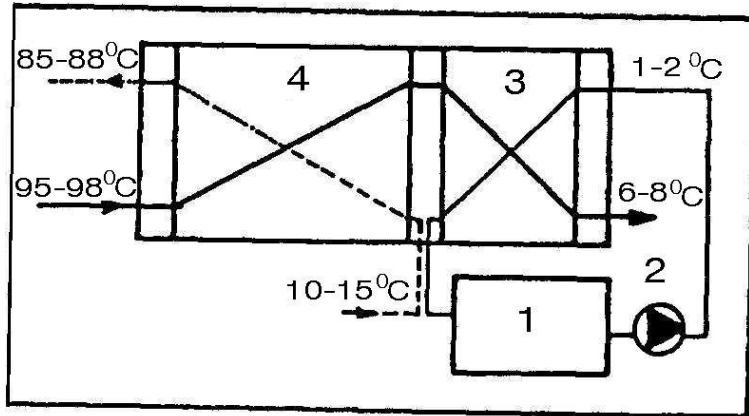


Fig. 6.18. Schița de principiu a unui răcitor de must cu plăci, cu două zone: 1 – rezervor apă glacială; 2 – pompă pentru apă, 3 – zonă de răcire adâncă; 4 – zonă de prerăcire.

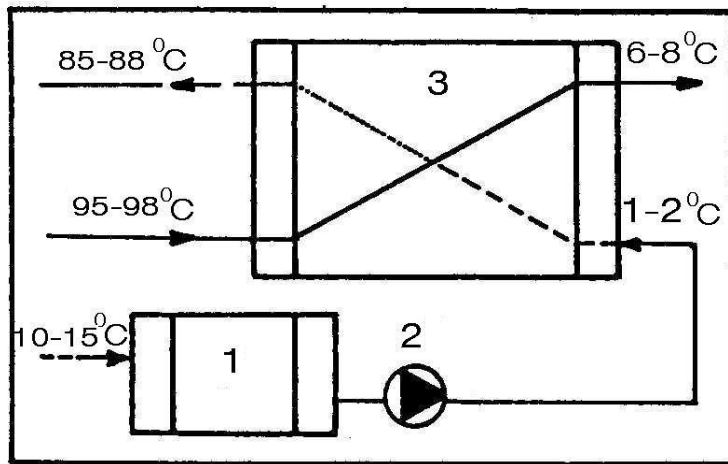


Fig. 6.19. Schița de principiu a unui răcitor de must cu plăci, cu o zonă: 1 – rezervor apă glacială; 2 – pompă pentru apă, 3 – răcitor.

se încălzește prin răcirea mustului la $85 - 88^{\circ}\text{C}$, în timp ce temperatura mustului scade la $6...8^{\circ}\text{C}$.

Răcitorul cu plăci (v. fig. 6.20), se confecționează din oțel inoxidabil și are două sectoare de răcire, respectiv treapta întâia cu apă din rețeaua obișnuită de cca. 15°C și treapta a doua, cu apă cu gheață de $0...2^{\circ}\text{C}$ sau etilenglicol. Se compune din batiul fix, placa de presare, plăci schimbătoare de căldură, picioare, tiranți laterali și racorduri olandeze.

Plăcile schimbătoare de căldură au un profil special cu nervuri sub formă de arc de cerc pentru realizarea unor regimuri de curgere favorabile transferului termic intens. Montarea lor se efectuează în mod alternativ, o placă cu raza nervurilor în sus, una cu raza nervurilor în jos ș.a.m.d.

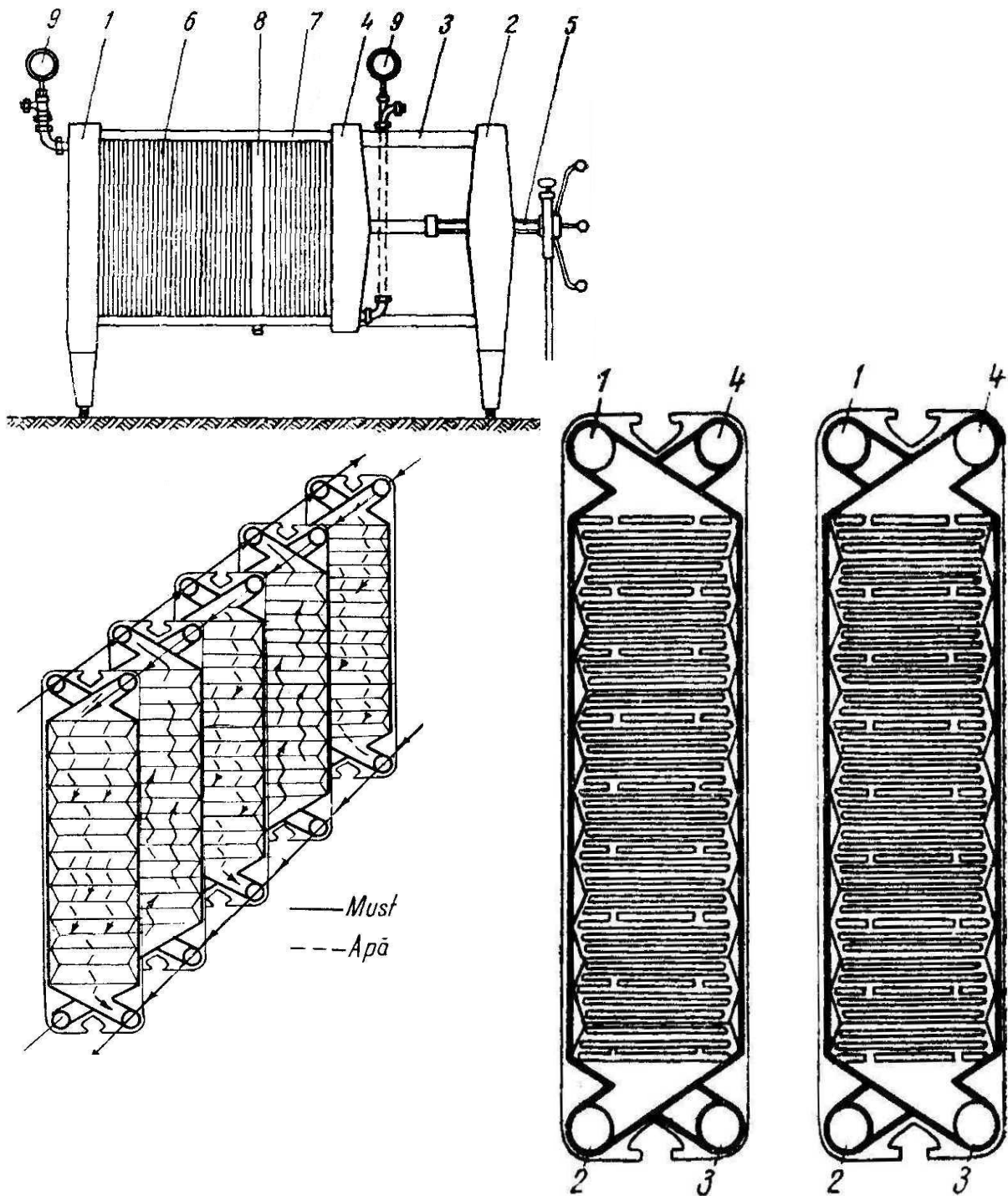


Fig. 6.20. Răcitor cu plăci:

a – schema unui răcitor cu plăci:

1 – batiu anterior; 2- batiu posterior mobil; 3 – tirant; 4 – placă de strângere; 5 – tijă de strângere; 6 – plăci; 7 – suport; 8 – placă de separare a celor două zone; 9 – termometru.

b – circuitul mustului și al apei în răcitorul cu plăci.

c – plăci de răcitor din oțel inoxidabil:

1 – intrarea mustului; 2 – ieșirea mustului; 3 – intrarea apei de răcire; 4 – ieșirea apei de răcire.

Coeficientul de transfer al căldurii realizat este de circa $2000 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}$. Plăcile sunt prevăzute cu garnituri de etanșare care rezistă la temperaturi de 120^0C în vederea sterilizării lor.

Tiranții laterali au rolul de a strânge plăcile în vederea realizării canalelor de curgere ei sunt formați din câte două tije articulate la un capăt și filetate una pe dreapta, cealaltă pe stânga, și un manșon filetat dreapta-stânga. Strângerea se execută alternativ pe o parte și cealaltă a schimbătorului, pentru a realiza o presiune uniformă pe garnitură.

În țara noastră se construiește o instalație de răcire a mustului cu plăci cu suprafața de $0,5 \text{ m}^2$. În situația unui debit de 150 hl/h în treapta întâi se consumă 22000 l apă/h , iar în treapta a doua 36000 l apă cu gheață de $+2^0\text{C/h}$. Căderile de presiune pentru mustul de bere sunt de $2,28 \text{ bar}$, iar pentru agenții de răcire de $1,60 \text{ bar}$. Dimensiunile de gabarit ale instalației sunt: $2040 \times 850 \times 1965 \text{ mm}$.

În Germania a fost fabricat un răcitor asemănător cu cel descris mai sus. El este în funcțiune la mai multe fabrici din țara noastră și se compune din următoarele piese: batiu fix, batiu mobil, bare orizontale, placă de presare, dispozitiv de strângere, plăci pentru răcirea preliminară, plăci pentru răcirea finală, placă de separare a celor două zone și termometru la ștuțul de ieșire a mustului.

La un debit de 75 hl/h și a răcirii mustului de la temperatura de 85^0C la 4^0C un astfel de răcitor necesită pentru prerăcire o cantitate de $90...100 \text{ hl apă /h}$ de 18^0C și pentru răcire finală 150 hl apă cu gheață/h. În aceste condiții răcitorul este prevăzut cu 180 plăci. Apa de răcire se încălzește în prima zonă la cca. 50^0C . Coeficientul total de transfer de căldură realizat este de $2500 \text{ kcal/m}^2\text{.h}^0\text{C}$.

Răcitorul cu plăci, în comparație cu alte instalații, prezintă avantajul realizării unui coeficient ridicat de transfer de căldură într-un spațiu restrâns, fără contact al mustului cu aerul, cu posibilitatea automatizării procesului. După $6...8$ săptămâni de funcționare este necesară o demontare și curățire. Există și sisteme de curățire în contracurent cu apa rece, detergenți, apă caldă și acizi, fără demontare.

6.8.2.1 Instalații moderne de răcire a mustului

Instalația pentru limpezirea mustului, cu separator pentru reținerea trubului, cu funcționare continuă (v. fig. 6.21), se compune dintr-un rezervor tampon 1, pentru depozitarea mustului cu hamei, o pompă centrifugă 2, pentru pomparea mustului prin schimbătorul de căldură cu plăci 3 și un separator centrifugal 4, cu tambur ermetic închis. Datorită diferențelor de greutate, trubul se separă de must, la o turație de 7000 rot/min și este evacuat continuu din separator. Mustul, astfel limpezit, este trecut apoi în vasul 5 de fermentare primară.

Dacă nu se urmărește fermentarea trubului la rece, separarea trubului se va face la cald (v. fig. 6.22), mustul fierbinte din rezervorul tampon 1 este trecut prin separatorul centrifugal 2 unde sub acțiunea forței centrifuge se separă trubul la cald, fiind îndepărtat continuu din separator. Mustul este răcit apoi în schimbătorul de căldură cu plăci 3, de unde este apoi trimis în vasul de fermentare 4.

Alegerea tipului de instalație pentru limpezirea mustului este condiționată de calitatea materiei prime (malț), de modul de desfășurare a procesului tehnologic și de calitatea mustului obținut.

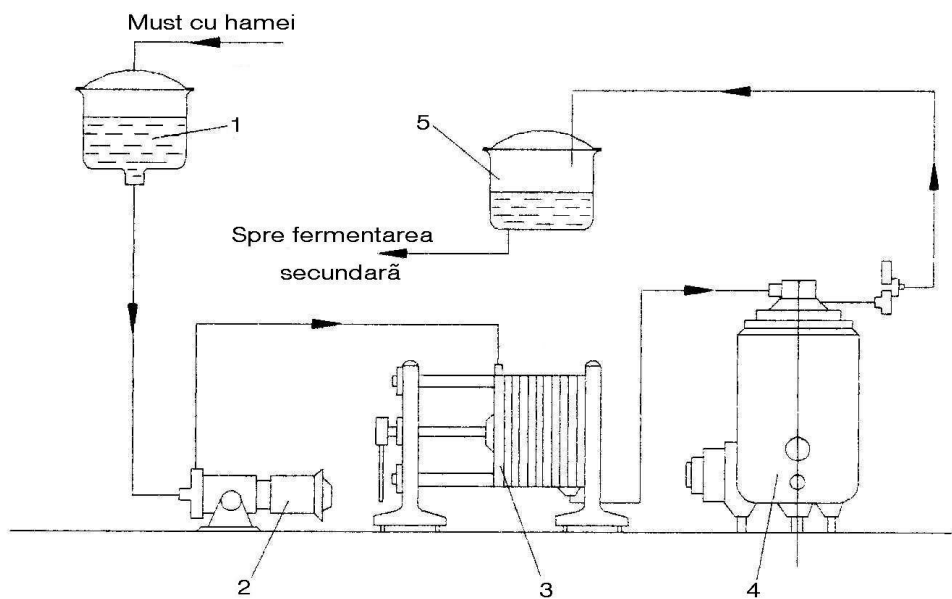


Fig. 6.21. Principiul răcirii mustului înainte de limpezire.

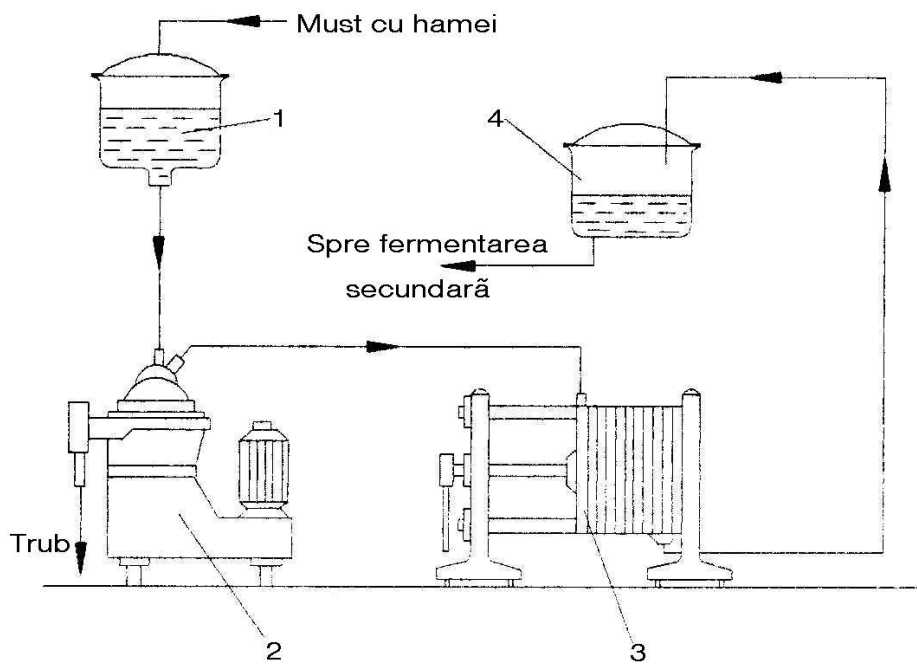


Fig. 6.22. Principiul răcirii mustului după limpezire.

6.8.3 Limpezirea la rece a mustului

La răcirea mustului sub 60 °C, acesta începe să se tulbure datorită formării unor precipitate fine care constituie *trubul la rece* sau *trubul fin*. Răcirea mustului sub 30 °C și până la 0 °C conduce la creșterea cantității de trub la rece. La 0 °C cantitatea de trub la rece variază între 15 și 30 g/hl, ceea ce reprezintă 15 – 35% din cantitatea de trub la cald.

Trubul la rece trebuie bine îndepărtat pentru o bună filtrabilitate și fermentare a mustului. El se separă mai greu decât trubul la cald, particulele având dimensiuni de 0,5 – 1,0 μm. Separarea trubului la rece se face prin diferite metode care diferă între ele prin procentul de îndepărtare a trubului la rece (v. tabelul 6.2)

Tabelul 6.2

Eficiența de îndepărtare a trubului la rece

Metoda de limpezire	Procent de trub îndepărtat față de total trub la rece
Sedimentare la rece	45 – 50
Centrifugarea mustului rece	50
Filtrare cu filtre	75 – 85
Flotație	60 - 65

Limpezirea prin sedimentare se face în linuri sau în tancuri de sedimentare, înălțimea stratului de must fiind de circa 1 m și necesită 12 – 16 ore de repaus.

Când se face limpezirea în linuri de angajare a mustului însămânțat cu drojdie, după limpezire, mustul trebuie trecut în linuri de fermentare înainte de demararea fermentației.

Limpezirea prin centrifugare se practică mai rar, eficiența separării fiind relativ redusă.

Limpezirea prin filtrare este cea mai eficientă și se realizează în filtre cu aluvionare. Consumul de kiselgur este de 50 – 100 g/hl must.

Flotația constă în separarea particulelor de trub prin ridicarea lor într-un strat de spumă cu ajutorul bulelor de aer. Separarea prin flotație se realizează într-un tanc de flotație. **Tancul de flotație** servește pentru separarea trubului la rece prin antrenare la suprafață cu bule de aer și eliminarea sub formă de spumă. Debitul de aer necesar este de 40...60 l/hl must. Cu cât bulele sunt mai fine, cu atât crește efectul de antrenare a particulelor de trub. Modul de realizare a amestecului de aer și trub are o importanță mai mare decât cantitatea absolută de aer administrat. Efectul de separare a trubului la rece obținut pe această cale, este de 50...65%.

Tancurile de flotație sunt de tip metalic cilindric cu capac și fund conic, terminat la centru cu un ștuț ce servește pentru alimentare și pentru evacuarea mustului. Înălțimea totală a stratului de must nu trebuie să depășească 3 m, iar cea liberă, deasupra suprafeței lichidului, de maxim 40 % din cea a recipientului.

Aerarea se efectuează în conducta de alimentare cu must prin insuflare, folosind bujii poroase din materiale ceramice sau metal sinterizat, cu dimensiunea porilor de cca. 5 microni, la presiuni de 0,5...0,8 bar, sau la recipientele de capacitate mai mari cu tuburi de tipul *Venturi* și pompe de amestecare intensivă. Se preferă montarea dispozitivului de aerare imediat după ieșirea mustului din răcitorul cu plăci, administrând aerul de jos în sus în conducte de alimentare a tancului de flotație.

Durata necesară pentru formarea stratului de spumă este de 2...3 ore. Prin golirea tancului de flotație spuma se depune pe pereți și fund, fără pericol de antrenare cu mustul.

6.8.4 Aerarea mustului

Mustul răcit și limpezit trebuie aerat pentru a se asigura condiții normale la multiplicarea drojdiilor. Aerarea se face prin dispersie fină de aer steril în must. Conținutul optim de oxigen în must corespunde la 75% din saturarea maximă la 5 °C (10 mg O₂/l) și trebuie să fie, deci, de

8...9 mg/l. Pentru a realiza această aerare, în practică se utilizează 3 – 10 litri aer/hl must. Mustul limpezit și aerat se trimite la fermentare.

7. FERMENTAREA MUSTULUI DE BERE

Prin fermentarea mustului de bere se urmărește transformarea în mare parte a zaharurilor fermentescibile în alcool și bioxid de carbon. Se formează în același timp și produși secundari de fermentație, care intervin în determinarea însușirilor berii.

Viteza de fermentare a zaharurilor este influențată de caracteristicile tulpinilor de drojdie, starea fiziologică a culturii, temperatura de fermentare, compoziția și concentrația în extract a mustului, geometria vasului, etc.

Prin transformarea zaharurilor în alcool, densitatea mustului scade, dinamica fermentației putând fi urmărită prin măsurarea concentrației în extract a mustului cu ajutorul zaharometrului Balling. Profunzimea fermentației se exprimă prin *gradul de fermentare* (sau atenuarea mustului). Gradul de fermentare exprimă procentul din extractul total al unui must care a fost fermentat și se calculează cu relația:

$$GF = \frac{e_p - e_t}{e_p} \cdot 100 \quad [\%], \quad (7.1)$$

în care:

GF este gradul de fermentare, în %;

e_p - extractul mustului primitiv, în %;

e_t - extractul în produsul fermentat în momentul determinării gradului de fermentare,

în %.

După modul în care se determină e_t și după momentul calculării gradului de fermentare se deosebesc:

- *grad de fermentare aparent*, când e_t se măsoară ca extract aparent în mustul fermentat, conținând alcool etilic, cu ajutorul zaharometrului, metodă folosită în conducerea fermentației;
- *grad de fermentare real*, când e_t se măsoară ca extract real în produsul dezalcoolizat prin distilare și reconstituit.

$$GF_r = GF_{ap} \cdot 0,81, \quad (7.2)$$

unde 0,81 este un factor stabilit experimental de Balling.

Pentru conducerea procesului de fermentare a berii este important să se stabilească următoarele grade de fermentare:

- gradul final de fermentare, determinat numai în condiții de laborator. El exprimă fermentescibilitatea maximă a unui anumit must;
- gradul de fermentare în berea tânără, deci după fermentarea primară;
- gradul de fermentare în bere după fermentarea secundară și maturare, denumit grad de fermentare al berii la vânzare.

Fiecare din aceste grade se poate determina ca grad real sau ca grad aparent. Valorile gradului de fermentare în diferite etape este prezentat în tabelul 9.1.

Tabelul 7.1

Valorile gradului de fermentare

Grad de fermentare	Bere blondă	Bere brună
Grad de fermentare aparent în berea tânără, %	70 – 73	58 – 60
Grad final de fermentare aparent, %	80 - 83	70 - 72

În tehnologia convențională de fermentare a berii, după parametrii de desfășurare a fermentației, după scopul urmărit și după utilajul și locul în care se desfășoară fermentația mustului de bere, fermentația se împarte în două perioade bine definite: **fermentarea primară** și **fermentarea secundară**. Pentru fermentarea primară sunt utilizate linuri de fermentare, de obicei, închise cu capac, dar care lucrează la presiune atmosferică, iar pentru fermentarea

secundară sunt folosite tancuri cilindrice orizontale metalice sau tancuri paralelipipedice din beton, vase care lucrează la suprapresiune de circa 1 bar.

În ultimii 30 au apărut vase de fermentare de capacitate mare și foarte mare, multe amplasate în aer liber cum sunt: tancuri cilindro-conice, tancuri Asahi, tancuri sfero-conice, în care se poate desfășura numai una din perioadele de fermentare sau ambele. Dintre acestea, mai frecvent se utilizează tancurile cilindro-conice construite din oțel inoxidabil sau din aluminiu și prevăzute cu instalație de spălare CIP .

7.1 Fermentarea primară

Fermentația mustului începe cu însămânțarea acestuia cu cultura de drojdie care trebuie distribuită uniform în mustul aerat. Cantitatea de cultură necesară este de 0,5 – 0,7 l cremă densă de drojdie/hl must.

Fermentarea mustului prin metode convenționale, în vederea obținerii de berii de fermentație inferioară, se poate face în următoarele variante:

- *Fermentație la rece*, caracterizată de temperatura de însămânțare de 5...6 °C și o temperatură maximă de 8...9 °C. Se obțin beri de calitate foarte bună, cu o bună plinătate a gustului și cu bune însușiri de spumare;
- *Fermentația la cald*, caracterizată de temperatura de însămânțare de 7...8 °C și o temperatură maximă de 10...12 °C. În condițiile menționate, scăderea pH-ului este mai rapidă, berile au o plinătate a gustului și însușiri de spumare mai reduse, dar o foarte bună stabilitate coloidală.

Durata fermentării primare depinde de modul de conducere a fermentației și este de 6...10 zile. Durata optimă pentru o bere de 12% concentrație în extract a mustului primitiv, de culoare deschisă, fermentat la rece, este de 7 zile. Fermentarea în tancuri cu convecție puternică se scurtează cu 1...2 zile. Durata fermentației se împarte în patru stadii: *faza inițială* (de amorsare); *faza "crestelor joase"*; *faza "crestelor înalte"*; *faza finală* (de coborâre a crestelor).

Pentru fiecare fază se înregistrează modificări ale mustului prezentate în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2

Modificări ale mustului pe faze de fermentare la fermentarea primară

Faza de fermentare	Durata fazei, zile	Scăderea extractului, %/24 h	Variația temperaturii, °C/24 h	Variația pH-ului
Faza inițială	12 – 16 ore	0,3 – 0,5	0,5 – 1,0	Cu 0,25 – 0,30 unități
Faza crestelor joase	2	0,6 – 1,0	1,5 – 2,0	4,9 – 4,7
Faza crestelor înalte	2 – 3	1,2 – 2,0	După a 4-a zi începe scăderea; la început cu 0,5...0,9 °C, apoi cu 1...1,5 °C/24 h	4,6 – 4,4
Faza finală	2 - 3	0,2 – 0,4% în ultimele 24 h	Temperatura ajunge la 3,5...5 °C	constant

Urmărirea desfășurării fermentației primare se face prin măsurarea zilnică a extractului aparent, a temperaturii și pH-ului.

În decursul fermentării primare se consumă cca. 2/3 din zaharurile fermentescibile ale extractului. Astfel, la un hl de must cu 12% extract se descompun cca. 8 kg zaharuri (exprimate în maltoză), rezultând teoretic o cantitate de căldură de 178 kcal x 8 = 1424 kcal. Această căldură trebuie evacuată prin răcire. În consecință, se folosesc în mod uzual serpentine cu apă dedurizată de la 1...2 °C, cu alcool, etilenglicol sau propilenglicol 25%. Pentru 100 l must este necesară o suprafață de răcire cu serpentine de cca. 1,5...2,5 m². Instalațiile moderne au, în loc de

serpentine, mantale exterioare sau buzunare de răcire cu agent frigorific, procesul de răcire efectuându-se uneori prin vaporizare directă a acesteia.

7.1.1 Linul de fermentare

Fermentarea primară are loc în recipiente deschise sau închise, din beton, lemn, aluminiu, material plastic sau oțel inoxidabil, cunoscute sub denumirea de linuri, iar uneori în cisterne cilindrice din aceleași materiale de construcție, denumite și tancuri.

În situația utilizării de linuri metalice se consideră necesar un consum de frig de 150 kcal/hl și zi care crește la fermentare intensă până la 450 kcal/hl și zi, reușind a se fermenta în aceste condiții cca. 2,5 % extract /zi. Pentru răcire sunt necesare 2...6 l apă/h, care se încălzește de la +1 °C la +4 °C. La răcirea berii tinere după fermentarea primară până la temperatura de fermentare secundară pentru un hl la o scădere a temperaturii cu 0,1°C/h se consumă 5 l apă/h.

Izolațiile din smoală a linurilor din oțel obișnuit trebuie recondiționate periodic în condiții grele de lucru, din cauza vaporilor toxici. De asemenea, la astfel de protecții se impun limitări de către legislația sanitară din mai multe țări, în special din cauza bănuielii degajării de substanțe cancerigene.

Linurile din oțel protejate cu email sau sticlă organică au o durabilitate practic nelimitată. În caz de avarii, însă, reparările sunt greoaie, iar costul este foarte ridicat. Execuția poate fi realizată numai de către întreprinderi specializate.

Linurile din oțel inoxidabil oferă o protecție tehnologică bună, o stabilitate nelimitată și nu necesită operații de izolare. Din cauza costului ridicat ele nu au reușit să se introducă pe scară largă, spre deosebire de tancuri care, în parte, se pretează și pentru fermentare subpresiune.

Linurile din aluminiu prezintă aceleași avantaje, oferind o izolare bună. Prezintă însă o sensibilitate față de coroziune. Prin formarea de elemente galvanice, în contact cu alte metale apar fenomene de coroziune, în special la utilizarea de detergenți alcalini.

Linurile din poliester întărit cu fibre de sticlă oferă o izolare bună a berii în situația unei mase reduse a utilajului. Din cauza rezistenței mici, acestea trebuie protejate în exterior cu diverse carcase sau la capacități mai mici, cu întărituri de fibre de sticlă. Există temeri cu privire la îmbătrânirea în timp. Reparațiile pot fi efectuate la fața locului.

Linurile din beton se execută ușor și pot fi protejate cu smoală sau cu rășini epoxidice. Ele predomină în instalațiile clasice.

Un astfel de lin paralelipipedic deschis este redat în figura alăturată, sub formă de reprezentare izometrică.

Linurile clasice din beton 1 (v. fig. 7.1), sunt amplasate pe trei nivele. Nivelul superior 2, reprezintă spațiul de deservire, găsimu-se la acesta armăturile necesare pentru reglarea procesului de răcire, precum și ventilul de alimentare cu apă de răcire 5, alături de ventilul de evacuare a apei de răcire 6, și de maneta pentru manipularea ventilului de golire 9. Linurile pătrund sub pardoseală până la nivelul intermediar 3, unde se susțin pe fundații, existând canale pentru conductele tehnologice 18 și 19. Printr-un canal trec conductele de alimentare cu agent de răcire 5 și de retur 6, iar prin celălalt, ștuțul de evacuare a berii fermentate 8. Acesta se leagă printr-un furtun cu pompa 10 de debitare a berii la fermentarea secundară. Canalele sunt prevăzute cu ferestre 12 pentru scurgerea bioxidului de carbon ce poate pătrunde accidental în acest spațiu. Pe pardoseala acestui nivel se observă colectorul mobil de drojdie 13 și vana pentru drojdie 14. Nivelul inferior 4, adăpostește instalația de răcire a aerului, compusă din serpentinele 16 și ventilatorul 15. Aerul răcit este suflat prin canalele prevăzute cu grătare 17 și distribuit în fluxul din încăperile secției de fermentare.

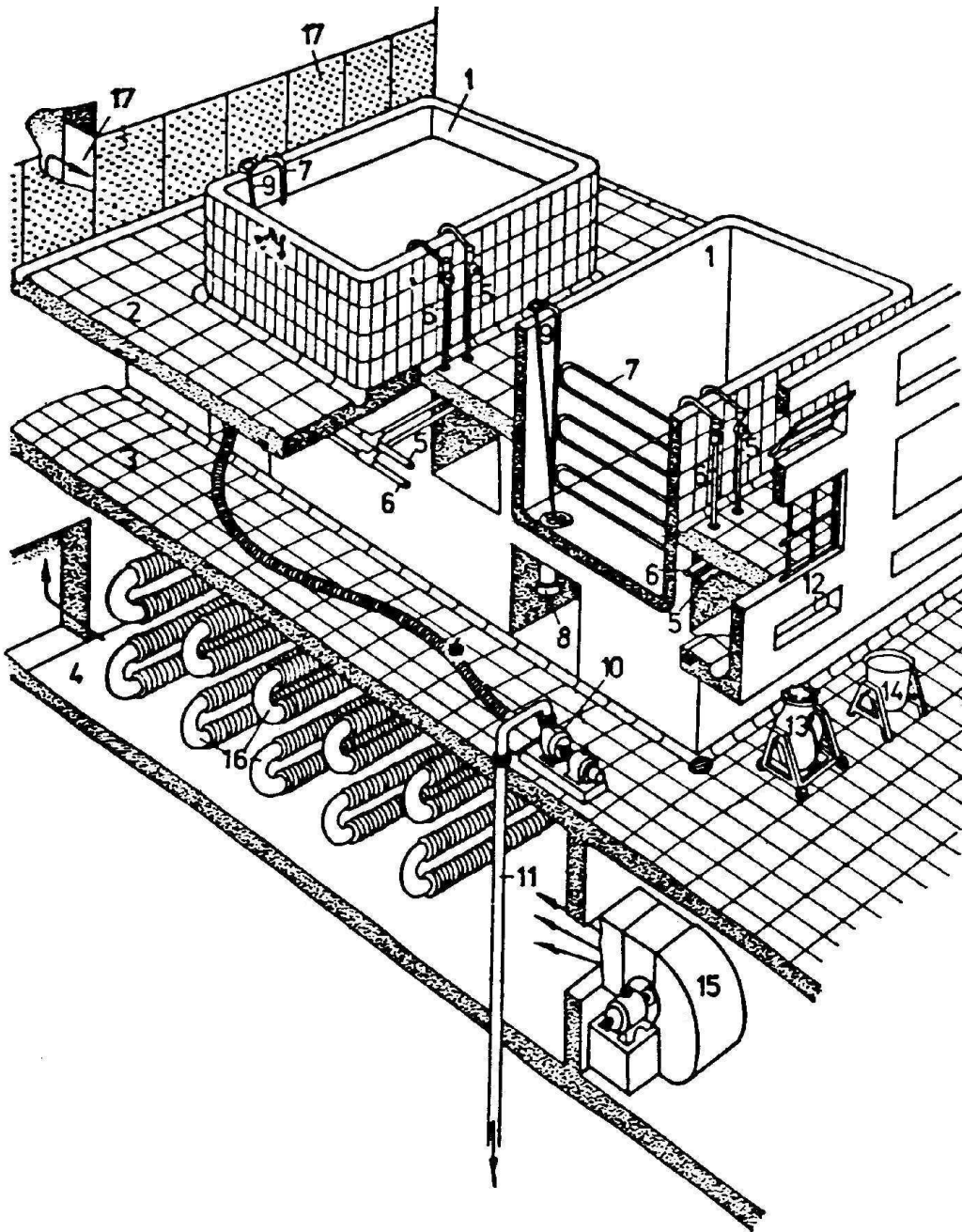


Fig. 7.1. Unitate de fermentare primară cu linii de beton paralelipipedice deschise:

1 - lin de fermentare; 2 - pardoseală nivel superior; 3 - pardoseală nivel intermediar; 4 - pardoseală nivel inferior; 5 - ventil alimentare apă răcire; 6 - ventil evacuare apă de răcire; 7 - serpentină de răcire; 8 - ștuț de evacuare a berii fermentate; 9 - ventil de golire; 10 - pompă; 11 - conducte evacuare bere; 12 - fereastră; 13 - colector mobil de drojdie; 14 - vană pentru drojdie; 15 - ventilator; 16 - serpentină; 17 - grătar.

7.1.2 Tancurile de fermentare

Au forma cilindro-conică (TCC) cu raportul între diametru și înălțimea stratului de must în partea cilindrică a tancului variază de la 1:1 la 1:5. Raportul între diametru și înălțimea totală a stratului de must este de 1:2. Gradul de umplere al TCC este de 75%. Dacă tancul este folosit pentru depozitarea la rece a berii, spațiul liber necesar din tanc este de 5 – 8%.

Tancurile prezintă avantajul posibilității recuperării bioxidului de carbon și a montării în scurt timp. Ele se dimensionează, de preferință, pentru cuprinderea a două șarje de fierbere și au serpentine interioare pentru răcire, iar în execuție modernă, mantale sau buzunare exterioare. Acestea din urmă permit o curățire mecanică interioară, fără intervenția omului, prin montarea de duze rotative, sau cu jet rotativ. Uneori răcirea se efectuează prin vaporizare directă de agent frigorific, îmbunătățindu-se astfel randamentul energetic. Se confecționează din tablă de oțel protejată cu masă bituminoasă sau rășini epoxidice, din oțel inoxidabil sau din tablă de aluminiu. În comparație cu linurile paralelipipedice prezintă și avantajul lipsei de zone moarte, greu de curățat.

În figura 7.2 este prezentat un astfel de tanc, având capacitatea de 420 hl destinat pentru unități de 200.000 hl bere/an cu șarje fierbere de cca. 210 hl. Tancul este confecționat din tablă de aluminiu cu grosimea de 8 mm. El este prevăzut cu funduri elipsoidale 2 și este susținut de șase reazeme 3. În interior este prevăzut cu serpentină de răcire 7. Armăturile principale constau din manometrul 4, supapă de siguranță 5 și dispozitivul pentru reglarea presiunii (spund - aparat) 6. Tancul este prevăzut cu racord de umplere-golire R_1 , racord de aerisire R_2 , racord pentru probe de R_4 , termometru de colț R_3 , gură de vizitare de 6 și capac cu vizor V.

Tancul pentru fermentare primară sub presiune. Este destinat fermentării mustului de

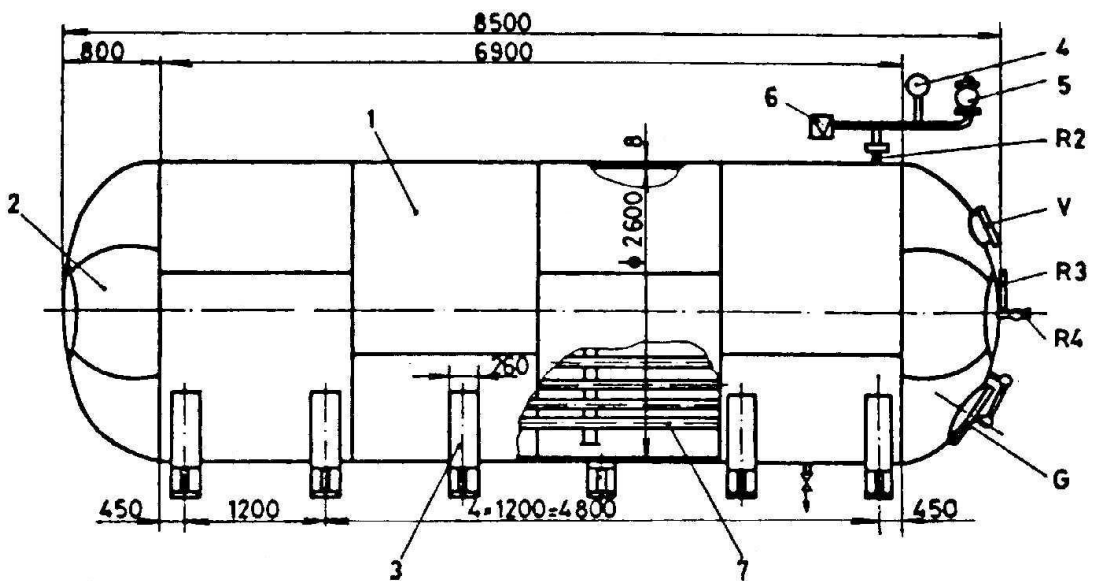
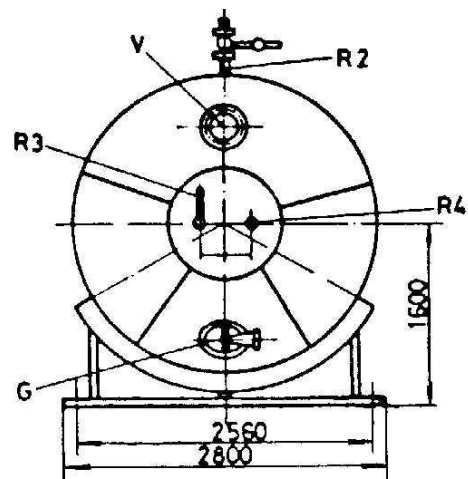


Fig. 7.2. Tanc din tablă de aluminiu pentru fermentarea primară a mustului de bere: 1 - corpul tancului; 2 - fund elipsoidal; 3 - reazem de susținere; 4 - manometru; 5 - supapă de siguranță; 6 - dispozitiv pentru reglarea presiunii (spund - aparat); 7 - serpentină de răcire; R_1 - racord de umplere-golire; R_2 - racord de aerisire; R_3 - termometru de colț; R_4 - racord pentru probe; G - gură de vizitare; V - vizor.



bere la temperaturi crescând de la 10 la 20°C și presiuni ce ajung până la 2 bar și are o capacitate utilă 430 hl. Reprezintă un recipient cilindric orizontal cu fundurile bombate, confecționat din oțel carbon, izolat în interior cu masă bituminoasă. Umplerea și golirea se asigură prin ștuțuri cu diametrul de 80 mm și o piesă amovibilă pentru evacuarea drojdiei după eliminarea berii la sfârșitul procesului de fermentare. Pentru racordarea supapei de siguranță și aerisire, tancul are un ștuț montat în partea superioară. Presiunea se reglează cu un spund-aparat.

În interiorul tancului se găsesc serpentine de răcire din oțel inoxidabil sau cupru cu diametrul de 50 mm. Serpentinele de răcire sunt dimensionate în ipoteza degajării unei cantități de căldură de 140 kcal/24 h și hl și a unui coeficient de transmisie a căldurii în țevi de cupru de 150 kcal/m²·h·°C. În aceste condiții rezultă o suprafață de răcire de 8 m², respectiv o lungime a serpentinei de 51m.

Tancul este prevăzut cu o gură de vizitare pe partea din față a fundului, cu dimensiunile de 410 x 500 mm. De asemenea, are două ochiuri pentru controlul optic al procesului de fermentare, cu robinet de probă, termometru cu tijă și manometru de control.

Tancul pentru maturarea berii. Se execută din aceleași materiale ca și tancul de fermentare primară. Acesta se dimensionează pentru funcționarea la temperaturi de cca. 0 °C și suprapresiuni de 0,5 bar.

Pentru reducerea volumului de construcții a secțiilor de fermentare secundară se suprapun în mod uzual 2...3 tancuri. Susținerea rândurilor superioare se efectuează cu șei prin sprijinirea directă pe tancul inferior, ceea ce impune mărirea grosimii pereților în partea respectivă sau prin suporturi independente, legate de structura de rezistență a clădirii.

În situația răcirii berii cu serpentine, inclusiv la fermentarea primară, este necesară și răcirea aerului din încăpere. Se pot realiza unele economii, izolând fața tancurilor cu ajutorul unor pereți, creând coridoare de deservire și răcind astfel numai restul spațiului cu răcitoare de aer amplasate pe peretele din spatele recipientelor.

Rândurile de sus ale tancurilor suprapuse se exploatează greu din cauza accesului dificil, necesitând scări sau poduri mobile. Inconvenientul poate fi înlăturat prin suprapunerea cu legătură directă dintre tancuri și prevederea armăturilor de deservire numai la tancul de jos, existând un singur ștuț de alimentare-golire. Suprafața de contact cu oxigenul se reduce foarte mult și la umplere se realizează rapid o pernă de CO₂ pe întreaga înălțime, chiar dacă berea se găsește numai în recipientul inferior.

7.2 Fermentarea secundară

La fermentația secundară și la maturarea berii se continuă și se aprofundează cele mai multe din transformările care au loc la fermentația primară. În timpul fermentării secundare se realizează:

- continuarea fermentării extractului fermentescibil din berea tânără;
- saturarea berii cu CO₂;
- limpezirea naturală a berii;
- maturarea berii.

Continuarea fermentării extractului fermentescibil. Berea vine la fermentarea secundară cu 1,2 – 1,4% extract fermentescibil format din 80% maltoză și 20% maltotrioză, mai greu fermentescibilă. Fermentarea secundară poate fi favorizată prin scăderea treptată a temperaturii. Modul de variație a temperaturii și a extractului fermentescibil, în timpul fermentării secundare, este prezentat în tabelul 7.3.

Tabelul 7.3

Variația temperaturii și extractului în timpul fermentării secundare

Durata fermentației	0	3	7	14	21	35	49	63
---------------------	---	---	---	----	----	----	----	----

secundare, zile								
Temperatura berii, °C	4,5	3,0	2,7	1,0	0,0	-0,7	-1,0	-1,3
Extractul fermentescibil, %	1,3	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Intensitatea fermentației secundare este influențată și de cantitatea de zahăr fermentescibil și de concentrația în celule de drojdie prezente în suspensie în berea tânără.

Saturarea berii cu CO₂ depinde de solubilitatea acestuia în bere, solubilitate care crește cu scăderea temperaturii berii (v. tabelul 9.4) și, conform legii lui Henry, cu creșterea presiunii exercitate asupra berii.

Tabelul 7.4

Variația solubilității CO₂ în bere (g/l) în funcție de temperatură și presiune

Suprapresiunea, bar		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Temperatura	-1 °C	3,20	3,60	3,90	4,20	4,55	4,90	5,20
	+1 °C	2,95	3,20	3,50	3,80	4,10	4,40	4,70
	+3 °C	2,80	2,95	3,20	3,45	3,70	4,00	4,25

O bere de fermentație inferioară care va fi ambalată în butoi va trebui să aibă 0,39 – 0,42% CO₂ și, având în vedere pierderile la filtrare – tragere, va trebui să iasă din fermentarea secundară cu 0,44% CO₂, dacă temperatura ei este de -1°C. Pentru berea îmbuteliată, conținutul normal de CO₂ este de 0,48 – 0,52%. Presiunea ce trebuie realizată în tancurile de fermentare depinde de temperatura berii.

Limpezirea naturală a berii în timpul maturării este necesară pentru îndepărtarea particulelor de trub la rece, formate în timpul fermentației, precum și a celulelor de drojdie ce au realizat fermentația secundară. O bună limpezire naturală asigură o bună comportare a berii la filtrare și o stabilitate coloidală a acesteia. Limpezirea berii depinde de: cantitatea și proprietățile trubului din bere, temperatura și pH-ul berii, dimensiunile tancului de fermentare, durata depozitării berii, vâscozitatea berii.

Pentru a elimina cât mai eficient precursorii de trub la rece, este necesară o depozitare de minimum 7 zile, la temperatura de -1 °C...-2 °C.

Maturarea berii constă în înnobilarea gustului și aromei berii. Maturarea se datorează depunerii drojdiilor și precipitatelor din bere, antrenării unor compuși volatili cu CO₂ care se degajă, sinteza unor noi cantități de produși secundari de fermentație și transformarea unor compuși cu grad de sensibilitate mai ridicat (diacetil, aldehide). Berea se consideră matură când conținutul în diacetil scade sub 0,1 mg/l.

7.3 Recipientele de mare capacitate utilizate la fermentarea berii

Din considerente economice, sub aspectul costului de investiții și de exploatare, precum și a duratei de execuție-montaj, au apărut după anul 1960 recipiente de mare capacitate destinate unele pentru fermentare primară, altele pentru maturare sau pentru ambele scopuri. Ele se amplasează fie în încăperi sau direct sub cerul liber și au formă cilindrică orizontală, sau verticală, cilindro-conică verticală sau sferică.

Recipientele cilindrice orizontale. Se folosesc atât pentru fermentarea primară, cât și pentru maturare, uneori pentru ambele scopuri, purtând în acest caz denumirea de "combitanc". Prezintă avantajul prevenirii oxidării creștelor din cauza formei închise și a posibilității realizării de suprapresiuni ușoare de bioxid de carbon, a adaptării pentru fermentare rapidă sub presiune, a lipsei de armături interioare, răcirea efectuându-se cu manta. Pierderile de bere din cauza suprafeței mari a fundului și a înălțimii reduse a stratului de drojdie, sunt mai mari decât la alte tipuri de recipiente de mare capacitate. În schimb, ele pot fi introduse în încăperile obișnuite de fermentare, deoarece au o înălțime mai mică decât linurile și tancurile folosite curent pentru acest scop.

Recipientele cilindrice verticale.

Acestea pot avea fundul plan, slab înclinat sau tronconic. Tancurile de mare capacitate cu fundul plan se pot așeza direct pe fundații cu pat de nisip și monta rapid sub cerul liber. Izolația termică se realizează ușor. Nu se pun probleme deosebite de ancorare sau de susținere cu picioare sau inele.

Spre deosebire de tancurile orizontale, eliminarea drojdiei depuse se face mai ușor, suprafața fiind mai mică și înălțimea mai mare. De asemenea, curățirea cu jet rotativ sub presiune este mai simplă, tancurile având o singură duză, spre deosebire de cele orizontale care necesită mai multe astfel de aparate, fără a putea realiza o administrare uniformă a agentului de curățire pe pereți. Eliminarea drojdiei se efectuează mult mai greu decât în cazul recipientelor cu fundul înclinat.

Dintre recipientele cilindrice verticale de mare capacitate cu fundul drept sau slab înclinat, se citează tancurile *Asahi*.

Tancurile *Asahi* sunt cele mai

vechi recipiente de mare capacitate sub cerul liber, fiind în exploatare din 1965 la fabrica cu același nume din Japonia. Ele au înălțimi de până la 10 m și diametre cuprinse între 5 și 8 m, capacitățile unitare ajungând până la 7000 hl. Ele sunt destinate numai pentru fermentarea primară la presiune hidrostatică, fiind dimensionate pentru o suprapresiune maximă de 400 mm col. apă. Tancul este confecționat din oțel inoxidabil (v. fig. 7.3.). El posedă în exterior o manta de răcire 2, secționată în două pe înălțime. Drept agent de răcire se folosește o soluție apoasă de etilenglicol la temperatura de -3°C . Izolația termică exterioară este realizată din spumă de poliuretan 3, la o grosime de 90 mm. Aceasta, la rândul ei, este protejată față de acțiunea agenților atmosferici de o tablă subțire de aluminiu.

Alimentarea mustului însămânțat cu drojdie, se efectuează prin ștuțuri din partea inferioară a fundului slab înclinat 6. Pentru golire se folosește un tub rabatabil 7, ținut întotdeauna la o anumită înălțime față de nivelul de bere, prin intermediul plutitorului 17. Bioxidul de carbon este evacuat prin intermediul spund- aparatului 9, montat pe capac și a conductei 8, care duce în recipientul colector de apă 10. Tubul este legat și de o conductă 11 cu ventil pentru reglare, fie a funcției de spund - aparat și de evacuare a bioxidului de carbon prin conducta 16, fie pentru funcție de ventil de vid. Curățirea se efectuează cu duza rotativă 15 de pe capacul recipientului, alimentată cu conducta 14. Nivelul lichidului în recipient este indicat cu ajutorul dispozitivului 13.

Ciclul normal de fermentare primară cu un astfel de recipient este de 8 zile, conform tehnologiei clasice la temperaturi de maxim $8,5^{\circ}\text{C}$. Drojdia eliminată se separă cu ajutorul unor centrifuge.

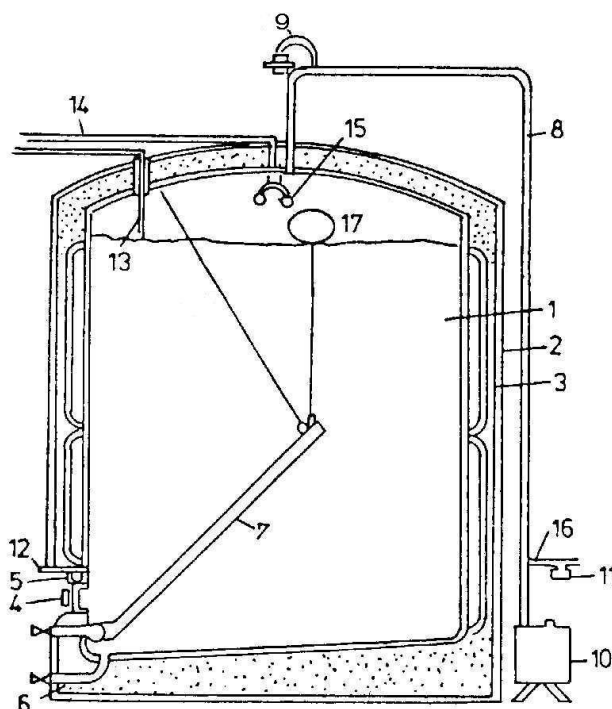


Fig. 7.3. Tanc de fermentare primară de tip *Asahi*: 1 - interiorul tancului; 2 - manta de răcire; 3 - izolație termică; 4 - gură vizitare; 5 - ventil pentru luat probe; 6 - fund slab înclinat; 7 - conductă rabatabilă; 8 - conductă de evacuare bioxid da carbon; 9 - spund-aparat; 10 - recipient colector de apă; 11 - conductă cu ventil de reglare; 12 - termometru; 13 - indicator de nivel; 14- conductă de curățire; 15 - duză rotativă; 16 - evacuare bioxid de carbon; 17 - plutitor.

Tancurile pot fi folosite și pentru maturare după evacuarea drojdiei, motiv pentru care se numesc unitancuri. În final, se procedează la impregnarea cu bioxid de carbon și adaus de stabilizator.

Tancul cilindro-conic vertical. În comparație cu recipientele precedente acesta pune probleme constructive cu privire la realizarea fundului conic și a susținerii, dar prezintă avantaje tehnologice considerabile în ceea ce privește posibilitatea evacuării ușoare a drojdiei. Se utilizează pentru procese tehnologice clasice sau rapide de fermentare primară și maturare, sau combinate. Astfel de tancuri se pot utiliza până la anumite dimensiuni și ca recipiente sub presiune. Se amplasează în construcții, sau direct sub cerul liber. Răcirea are loc fie cu mantale inelare sau buzunare exterioare (până la 5, din care 1...2 în zona conică), fie prin recircularea lichidului și trecerea printr-un schimbător de căldură cu plăci.

Umplerea și golirea tancurilor ce aplică tehnologii clasice se efectuează printr-un ștuț în partea conică. Golirea drojdiei are loc printr-o deviație a conductei de alimentare-golire, cu ajutorul unui robinet cu trei căi. Toate recipientele posedă spund-aparate și dispozitive de siguranță față de vid, montate în capac.

Recipientele cele mai mici amplasate în încăperi au înălțimi de cca. 6 m, diametrul de 2,5 m și o capacitate de 200 hl. Există și tancuri de 1600 hl cu înălțimea de peste 16 m amplasate în încăperi. Sub cerul liber astfel de recipiente se execută numai pentru capacități de peste 1000 hl, ele ajungând până la 12000 hl. Unghiul conului este de 60...90°. Susținerea are loc pe picioare slab oblice, în număr de până la 18, sau cu suport inelar ce prelungește partea cilindrică. Curățirea și dezinsecția se asigură cu duze rotative.

Tancurile se amplasează față în față cu un culoar intermediar de deservire, acoperit, având o lățime de 5 m. În acesta se montează armăturile, pompele, instalația de răcire și conductele de curățire - dezinsecție - sterilizare.

Fiecare tanc (v. fig. 7.4.) are fundul conic 3, cu ștuț de golire ce este prelungit cu o conductă ce ajunge în coridorul de deservire 2. La începutul părții conice există o a doua conductă de evacuare 4. Mustul în curs de fermentare evacuat este trecut printr-un schimbător de căldură cu plăci și reintrodus în tanc prin conducta 5, care ajunge până aproape de capac. Pe acesta se găsește dispozitivul rotativ de spălare 6. Peretele exterior al tancului este

confectionat din tablă de oțel inoxidabil, izolat termic cu un strat de poliuretan și apoi de o tablă zincată. Grosimea stratului de poliuretan este de 80 mm la o densitate de 35...45 kg/m³. Necesarul de poliuretan pentru un tanc de 2500hl este de 1100 kg.

În afară de tubul interior de recirculare care la tancurile de 2500 hl ajunge la 2 m sub capac, recipientul nu are alte armături interioare. Un astfel de tanc are înălțimea de 22,5 m și diametrul de 4,2 m. Grosimea peretelui este de 6 mm. Tancurile de 5500 hl au diametre de 6 m și înălțimea de 27 m.

Pentru răcire se folosește o soluție de propilenglicol 25 %, care asigură temperaturi de până la -4°C. Curățirea este realizată prin șprițuire cu apă rece, spălare cu soluție de NaOH 2% la 70°C, șprițuire intermediară cu apă rece, spălare cu soluție de acid azotic 2 %, șprițuire cu apă rece și

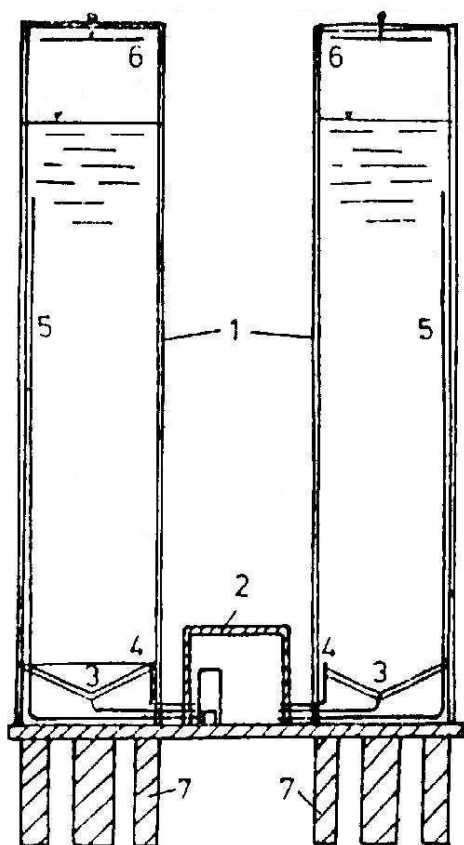


Fig. 7.4. Schemă de amplasare de tancuri cilindro-conice verticale sub cerul liber: 1 - perete vertical; 2 - coridor de deservire; 3 - fund conic; 4 - conductă de evacuare; 5 - conductă de recirculare; 6 - dispozitiv de spălare, 7 - fundație.

dezinfecție cu soluție de acid peracetic. Stația de curățire este compusă din trei recipiente pentru chimicale de câte 12 m³, deservite de pompe de 20 m³/h și de o pompă de șprițuire cu apă de 70 m³/h la 60 m coloană apă. Există posibilitatea realizării automate a procesului de spălare-dezinfecție fără demontare de instalații, după principiul CIP.

La unele fabrici se recuperează bioxidul de carbon și se comprimă în două trepte, la capacități de până la 125 kg/h.

Reglarea presiunii, precum și asigurarea față de suprapresiune și vid se realizează cu un ventil automat de tipul *Petersen-Henius*.

Pentru pregătirea culturilor de drojdii și recuperarea lor se folosesc recipiente de câte 40 hl cu manta de răcire și agitator. Instalația de culturi dispune de un sterilizator de must de 15 hl, vas de însămânțare de 2,5 hl și mai multe prefermentatoare de câte 10 hl.

La dimensionarea instalațiilor frigorifice s-a ținut cont de căldura dezvoltată de 140 kcal/kg extract fermentat și că procesul de fermentare primară durează 4 zile, iar după maturare trebuie efectuată o răcire de la +12 °C la +3 °C în maxim 24 h. Suprafața izolată a tancurilor de 1300 hl este de 200 m², iar cea a tancurilor de 2500 hl de 320 m². Pierderile de căldură prin pereți sunt de maxim 0,27 kcal/m²h⁰C. În aceste condiții rezultă un necesar de frig de 65000 kcal/h la tancurile de 1300 hl și de 125000 kcal/h la cele de 2500 hl.

Consumul specific de apă pentru curățirea tancurilor este de 0,005...0.007 m³/hl. Consumul de abur pentru încălzirea leșiei în cele două cazuri este de 190, respectiv de 355 kg, iar cel de energie electrică de 0,242, respectiv de 0,155 kWh/hl bere.

Tancul sferic. De fapt este sferoconic, având fundul prelungit sub formă de con pentru depunerea mai ușoară a drojdiei. Sub aspectul structurii de rezistență tancurile sferoconice sunt cele mai economice, în special în cazul utilizării pentru fermentarea sub presiune.

Ele au capacități de câte 5000 hl și sunt confecționate din oțel inoxidabil, având grosimi ale pereților de 6...8 mm. Răcirea are loc cu patru inele pe partea conică, pe o suprafață de 150 m². Tancurile sunt izolate cu un strat de spumă de sticlă de 220 mm, protejat în exterior cu rășini epoxidice. Spălarea se efectuează cu un dispozitiv rotativ cu apă caldă, leșie și acid și apoi cu apă rece. Răcirea are loc cu o soluție de propilenglicol de 25%.

Înălțimea tancurilor este de 11,95 m și diametrul de 10 m. Fermentarea are loc La suprapresiuni de până la 1,3 bar.

7.4 Dispozitivul de reglare a presiunii

Are drept obiectiv reglarea suprapresiunii din recipientul de maturare a berii la mărimea dorită, eliminând bioxidul de carbon în exces, care ar mări această presiune. Poartă denumirea de spund-aparat și reprezintă, în același timp, un ventil de suprapresiune, cât și un manometru. În trecut se utiliza pentru acest scop un tub în formă de U, în care era introdus apă sau mercur în cantitățile stabilite, astfel încât înălțimea coloanei să corespundă cu presiunea reglată, iar evacuarea bioxidul de carbon la depășirea suprapresiunii dorite se efectua pe principiul vaselor comunicante. Tubul era astfel conceput încât era imposibilă antrenarea lichidului la depășirea presiunii reglate, ci numai evacuarea gazului sub formă de bule fine.

În prezent se folosesc pentru acest scop ventile cu membrană (v. fig. 7.5). Acestea au un recipient 1, umplut cu aer la presiunea dorită prin intermediul unui

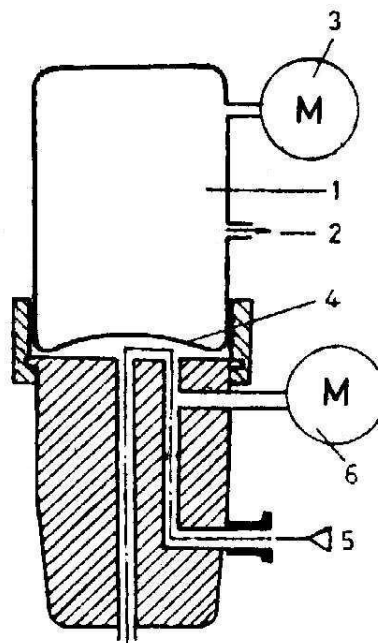


Fig. 7.5 Spund-aparat cu ventil cu membrană: 1 - recipient; 2 - ventil; 3 - manometru; 4 - membrană de cauciuc; 5 - legătura cu recipientul de maturare; 6 - manometru.

ventil 2, legat de sursa de aer comprimat. Aerul împinge o membrană de cauciuc 4, pe fundul recipientului. Acolo se găsesc două orificii, din care unul e legat de recipientul de maturare 5 și celălalt de conducta de evacuare în atmosferă. Conducta de legătură cu recipientul de maturare este prevăzută cu un manometru 6. În momentul depășirii presiunii prescrise în recipientul de maturare, bioxidul de carbon împinge membrana în sus și elimină gazul în exces până la realizarea echilibrului. Presiunea prescrisă poate fi citită la manometrul 3.

O perfecționare a dispozitivului de reglare a presiunii o constituie aparatul *Petersen-Henius* care, în același timp, constituie și un ventil de siguranță față de vid, montat în carcasa comună. Necesitatea ventilului de vid se impune la recipientele mari, care, după fiecare șarjă, se sterilizează și se răcesc prin spălare cu apă, fenomen care provoacă apariția unui vid puternic.

7.5 Fermentarea continuă a berii

Din secolul XIX (1892) se vorbește de posibilitatea unei fermentări rapide și continue a mustului de malț, care să se efectueze prin adăugarea unei cantități de drojdie de 5 – 20 ori mai mare decât doza normală (0,5 l/hl), la o temperatură de 30 °C, Delbruck a reușit fermentarea în timp de 4 ore a mustului de malț cu un extract inițial de 13,6%, până la un extract aparent final de 5,4%.

Cercetările efectuate de la descoperirea lui Delbruck până în prezent au lămurit toate problemele privind fermentarea continuă a mustului de malț, și anume:

- mecanismul de înmulțire și de comportare a drojdiei în timpul fermentării;
- măsuri igienico – sanitare;
- însușirile organoleptice ale berii; valorificarea ulterioară a drojdiei depuse.

Dintre numeroasele brevete, stații pilot și unități prezente în literatura de specialitate se vor descrie numai unele ce au fost aplicate pe scară industrială și anume:

Instalația *Coutts* (v. fig. 7.6), în funcțiune din 1958 la mai multe fabrici de bere, se caracterizează prin reglarea procesului de fermentare prin variația temperaturii, a concentrației

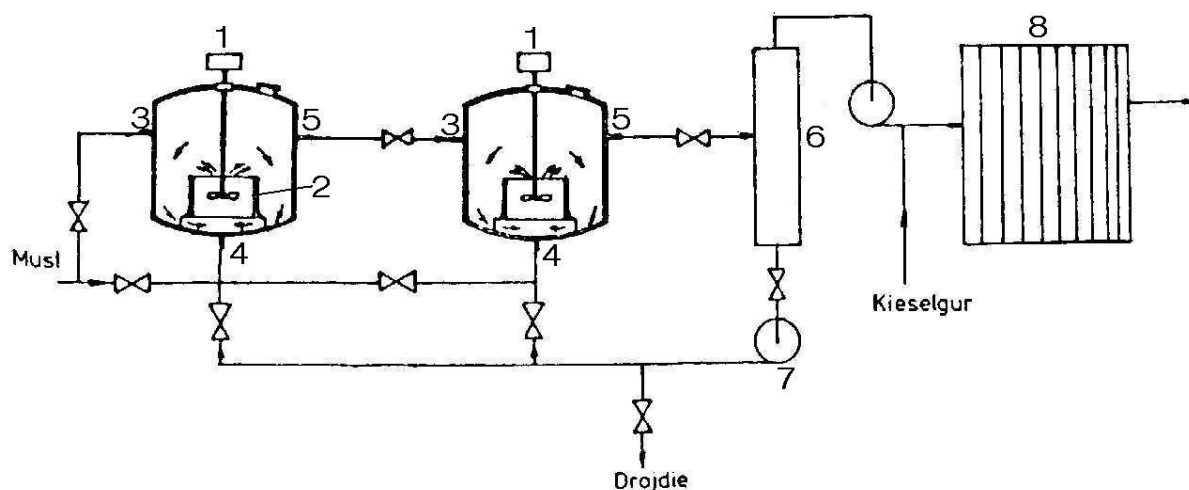


Fig. 7.6. Instalația *Coutts* de fermentare continuă a mustului de bere:

- 1 - agitator; 2 - difuzor; 3 - alimentare drojdie; 4 - tanc; 5 - evacuare; 6 - decantor;
7 - pompă de recirculare; 8 - filtru.

de drojdie și a turației agitatoarelor unor tancuri cilindrice verticale. Fiecare tanc este prevăzut cu un agitator 1 care pătrunde într-un difuzor 2, ce asigură o recirculare parțială a amestecului de must și drojdie. Mustul este alimentat printr-un ștuț în partea inferioară a primului tanc 4, iar suspensia de drojdie prin ștuțul 3. Doza de drojdie este de cca. 10 ori mai mare decât cea folosită în mod curent, ajungând la 5 l suspensie groasă / hl. Berea crudă iese prin ștuțul 5, ajungând în tancul al doilea, de maturare. De aici ea este trecută în decantorul de drojdie 6. O parte din drojdie este recirculată cu ajutorul pompei 7. În final berea decantată trece prin filtrul 8, pentru

limpezire fină. Capacitățile de producție variază între 680 și 2450 hl/zi.

Instalația *Deniskov* (v. fig. 7.7), este de tip cascadă, fiind compusă dintr-o baterie de tancri slab

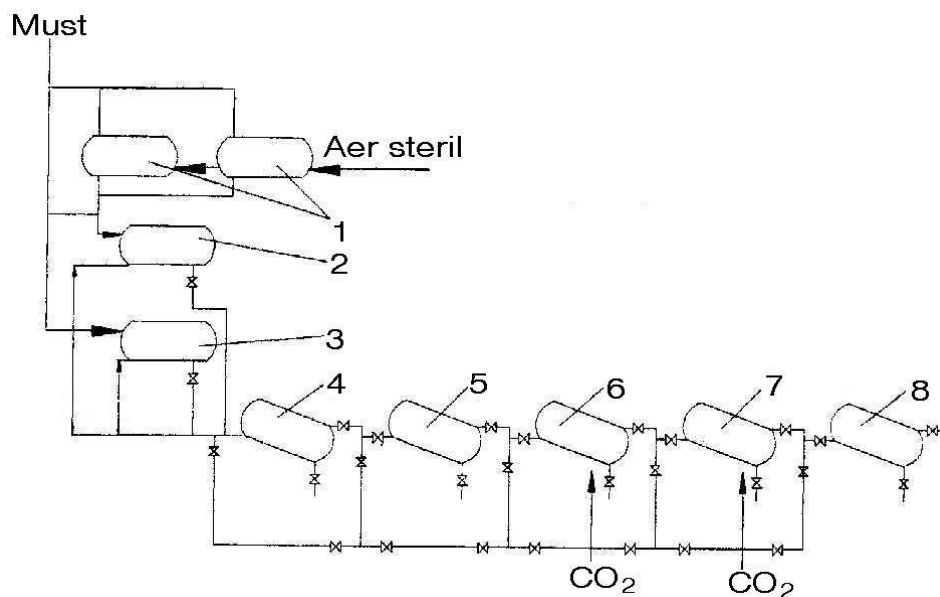


Fig. 7.7. Instalație *Deniskov* de fermentare continuă a mustului de bere.

1 - recipient de cultură de drojdie; 2 - recipient pentru păstrare drojdie; 3 - recipient alimentare must; 4 5 6 7 - tancri de fermentare; 8 - tanc de răcire

înclinate. Drojdia este multiplicată în recipientul de cultură 1, printr-o aerare intensivă. De aici ea cade în vasul de păstrare 2, care alimentează primul tanc 4. În conducta de alimentare este debitat și mustul provenit din vasul 3. Berea în curs de fermentare trece succesiv prin tancrile (4,5,6 și 7), ieșind din fiecare recipient prin partea superioară pentru a fi alimentată în vasul următor prin partea inferioară. Fiecare tanc are diametrul de 2,2 m și lungimea de 5,9 m. Doza de drojdie introdusă în primul tanc este de 5% față de cantitatea de must. Tancrile 4 și 5, sunt prevăzute cu agitatoare cu palete, iar tancrile 6 și 7, cu dispozitive de barbotare de bioxid de carbon prin fund. Din ultimul tanc berea este trecută în recipientul 8, prevăzut cu serpentine de răcire la temperatura de $+1^{\circ}\text{C}$. Printr-un sistem de conducte se poate introduce must în amestec cu bere în fiecare tanc.

Instalația *APV* din figura 7.8, se compune din cinci turnuri 4, cu diametrul de 0,6 m și înălțimea de 6,4 m și patru tancri verticale de maturare 5, de aceeași înălțime. Mustul de bere este alimentat din recipientul tampon 1, fiind diluat până la concentrația prescrisă indicată de

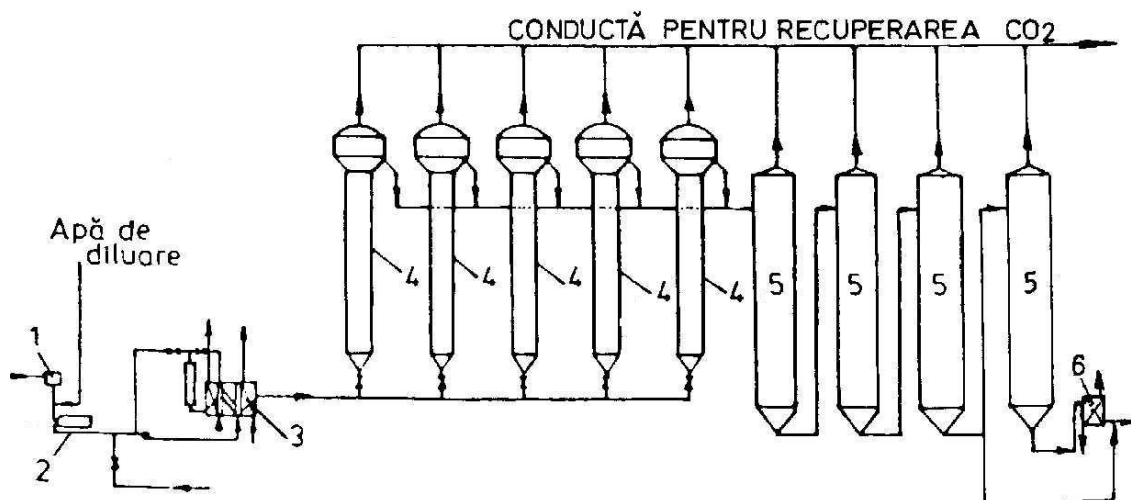


Fig. 7.8. Instalația *APV* de fermentare continuă a mustului de bere.

este alimentat din recipientul tampon 1, fiind diluat până la concentrația prescrisă indicată de

aparatul 2. Apoi trece prin pasteurizatorul 3, pentru a fi dozat concomitent în toate turnurile de fermentare. Ieșirea are loc pe partea superioară prevăzută cu spărgător de spumă și separator de drojdie. În bateria de maturare berea trece succesiv de sus în jos și invers prin recipiente, ajungând în final în răcitorul 6 și de acolo în stația de filtrare - îmbuteliere.

Caracteristic sistemului este menținerea constantă a concentrației mustului și drojdiei, care este de 150 g/l. Durata de fermentare este de 4 ore, iar capacitatea instalației 1000 hl/zi.

Într-o variantă destinată producerii berii de fermentație inferioară, maturarea are loc în tancuri orizontale.

7.6 Calculul capacității și numărului vaselor de fermentare

I. Calculul capacității și a numărului de vase pentru fermentarea primară

Volumul unui vas de fermentare este indicat să corespundă volumului unei fierberi, dând astfel posibilitatea fabricării diferitelor sorturi de bere într-o anumită ordine. Vasele pot avea și capacități mult mai mari. Este însă indicat ca volumul unui vas de fermentare să nu depășească volumul de must ce se obține la fierbere, într-o zi.

Capacitatea totală a vaselor de fermentare primară C_{FI} se determină cu relația:

$$C_{FI} = N \cdot V_t, \quad (7.3)$$

unde:

N este numărul de fierberi realizate în timp de 8 zile cât durează fermentarea primară;
 V_t - volumul total al unui vas de fermentare primară.

$$V_t = V_m + V_s, \quad (7.4)$$

unde :

V_m este volumul de must;
 V_s - volumul de spumă (la o înălțime a vasului de fermentare de 2 m se adaugă 15 cm pentru spumă).

$$V_m = V_B + P \quad (7.5)$$

unde:

V_B este volumul de bere rezultat la o fierbere;
 P - pierderi la fermentarea primară și în următoarele secții (fermentarea secundară, filtrare, îmbuteliere), $P = 6\%$.

Pentru determinarea volumului total al unui vas de fermentare primară și capacitatea totală a vaselor din această secție, se ia în considerare situația concretă a unei fabrici de bere cu capacitatea anuală de 200000 hl bere. Consumul (desfacerea de bere) este de 15% în trimestrul I, 15% în trimestrul IV, 35% în trimestrul III și 35% în trimestrul II. Pe zi se efectuează șase fierberi, iar secția de fierbere lucrează în medie 25 de zile pe lună. Ciclul de fermentare primară este de 8 zile. Pierderile de bere în secțiile următoare de fabricație sunt de 6% din cantitatea de bere fabricată, iar înălțimea mustului care fermentează este de 2 m.

În condițiile concertate menționate se obține:

* cantitatea de bere pentru perioada de vârf (trimestrul II și III) va fi următoarea:

$$C_1 = \frac{C_a \cdot p}{100 \cdot x} = \frac{200000 \cdot 35}{100 \cdot 3} = 23333 \text{ [hl]}, \quad (7.6)$$

în care: p este repartiția procentuală din producția anuală pentru un trimestru cu producție de vârf, $p = 35$;

C_a - capacitatea anuală, hl;

x - numărul de luni dintr-un trimestru, $x = 3$.

* cantitatea de bere ce se va obține la o fierbere va fi:

$$C_f = \frac{C_1}{n_f} = \frac{23333}{256} = 155 \text{ hl}, \quad (7.7)$$

unde n_f reprezintă numărul de fierberi lunare.

Programul săptămânal al fierberilor va fi următorul:

Zile din săptămână	1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 6 7
Număr de fierberi	6 6 6 6 6 6 0 6 6 6 6 6 6 0

De aici rezultă că cel mai mare număr de fierberi în timp de 8 zile cât durează fermentarea primară este de 42 fierberi. Admițând că fiecărei fierberi îi corespunde un vas de fermentare, numărul de vase de fermentare va fi de 42 vase.

Cunoscând că pierderile de bere din secția de fermentare primară și următoarele secții sunt de 6%, raportat la cantitatea de bere fabricată, atunci volumul mustului dintr-o fierbere va fi:

$$V_f = \frac{C_f \cdot p_p}{100} + C_f = \frac{155 \cdot 6}{100} + 155 = 164 \text{ hl}, \quad (7.8)$$

unde p_p reprezintă pierderile de bere planificate, pentru faza tehnologică.

La înălțimea vasului de 2 m pentru must se mai adaugă 15 cm pentru stratul de spumă care se formează în timpul fermentării. Atunci înălțimea totală a vasului va fi de 2,15 m. Aceasta înseamnă o rezervă de volum, în cazul vaselor cu secțiune dreptunghiulară sau pătrată (deci o mărime constantă a secțiunii orizontale) de:

$$R = \frac{100 \cdot L}{H} = \frac{100 \cdot 0,15}{2,15} = 7\%, \quad (7.9)$$

în care:

L este spațiul suplimentar pentru spumă, cm;

H - înălțimea totală, cm.

Ținând seama de acest spațiu de spumare, volumul total al vasului de fermentare va fi:

$$V_t = \frac{V_f \cdot R}{100} + V_f = \frac{164 \cdot 7}{100} + 164 = 175 \text{ hl}. \quad (7.10)$$

În acest caz, capacitatea totală a vaselor de fermentare primară va fi de:

$$C_T = z \cdot V_t = 42 \cdot 175 = 7350 \text{ hl} \quad (7.11)$$

unde z reprezintă numărul de fierberi pe săptămână.

II. Stabilirea capacității vaselor la fermentarea secundară

În funcție de producția de bere a fabricii și de durata de fermentare pentru fiecare sortiment de bere se stabilește capacitatea vaselor de fermentare secundară. Capacitatea acestor vase trebuie să fie cât mai mare pentru a folosi cât mai bine capacitatea utilă a secției. Dar o capacitate mai mare decât cantitatea de bere ce se livrează zilnic, conduce la rămânerea unei cantități de bere în vasele de fermentare, cu influențe negative asupra calității (datorită pierderii unei părți din bioxidul de carbon).

Pentru sortimentele de bere care au o pondere mai mică la vânzare, trebuie să se confecționeze vase mai mici decât pentru berea care se vinde mai bine.

Capacitatea totală a vaselor din secția de fermentare secundară se determină cu relația:

$$C_{FII} = \sum_{i=1}^n C_i, \quad (7.12)$$

unde C_i reprezintă capacitatea vaselor pentru diferite sortimente de bere produse.

$$C_i = \frac{V_i \cdot T_i \cdot (100 + P_i)}{100}, \quad (7.13)$$

în care: V_i este volumul vaselor pentru diferite sortimente de bere produse (trimestrial), hl;

T_i - durata de fermentare, zile;

P_i - pierderi la fermentarea secundară, filtrare și îmbuteliere, %.

$$V_i = \frac{Q \cdot Y_i \cdot L_i}{3 \cdot 30}, \quad (7.14)$$

în care:

Q este capacitatea anuală a fabricii, hl;

Y_i - ponderea sortimentului din producția totală;

L_i - coeficient de repartizare trimestrială a producției și desfacerii berii.

7.7 Purificarea și recuperarea drojdiei

Drojdia rezultată din procesul de fermentare depășește necesarul pentru o nouă șarjă de 3...4 ori. Dozele necesare pentru re folosire sunt de cca. 0,5 l suspensie groasă de drojdie/hl must. Drojdia destinată reutilizării trebuie purificată prin cernere cu site vibratoare din țesătură din materiale inoxidabile cu ochiuri de 0,4...0,5 mm, spălată cu apă rece de 4...5 °C pentru eliminarea impurităților mecanice și **păstrată** în recipiente de răcire până la reutilizare. Excedentul de drojdie se valorifică prin **presare și uscare** pe valțuri.

Spălarea are loc în căzi prin agitare cu apă rece, care se îndepărtează după depunerea drojdiei sau în pâlnii, în care apa se alimentează continuu de jos în sus, agitând și antrenând drojdia până la o anumită înălțime, cu preluarea concomitentă a impurităților.

Recipientul pentru păstrarea drojdiei. Recipientul utilizat curent pentru acest scop reprezintă un vas cilindric mobil și basculant, în jurul axului de susținere a cadrului rotitor confecționat din tablă de oțel inoxidabil și conceput a funcționa în stare deschisă.

În partea laterală și inferioară are o manta pentru a permite răcirea cu apă. Golirea drojdiei se efectuează prin basculare manuală cu ajutorul a două mânere. Alimentarea și evacuarea apei din mantaua de răcire se efectuează prin axul de susținere a recipientului și cu legături de furtun.

Pentru golirea mantalei s-a prevăzut în partea inferioară un racord cu robinet.

Există și recipiente închise de dimensiuni mai mari, prevăzute cu mantale de răcire și cu agitator, care permite manipularea și păstrarea în condiții igienice îmbunătățite.

Pentru șarje de 210 hl must sunt necesare două recipiente de păstrarea drojdiei de câte 5,8 hl capacitate utilă. Ele poartă denumirea și de vane pentru drojdie.

Uscătorul de drojdie. Asigură deshidratarea excedentului de drojdie rezultat de la fermentare la un conținut de umiditate de circa 90 % până la circa 10 %, în vederea utilizării ca furaj. Practic, se pot valorifica 1...1,5 l suspensie groasă de drojdie/hl bere. Pentru uscare se folosesc instalații cu valțuri încălzite cu abur. Frecvent se folosește un uscător tambur cu un singur valț. Tamburul are formă cilindric orizontală și este susținut cu două lagăre. În partea exterioară inferioară se află un recipient în care se introduce suspensia de drojdie. Aceasta aderă la pereții tamburului și prin rotire, sub acțiunea căldurii aburului, se usucă sub formă de peliculă, care este îndepărtată prin răzuire cu ajutorul unor cuțițe.

Cuva reprezintă un recipient de formă semicilindrică, prevăzut cu pereți dubli pentru încălzirea preliminară a suspensiei de drojdie până la o temperatură de cca. 90°C. În interiorul cuvei se găsește un agitator care realizează uniformizarea suspensiei și a temperaturii. O pompă de alimentare cu suspensie de drojdie este prevăzută cu comandă automată a pornirii și opririi în funcție de nivelul din cuvă.

7.7.1 Instalația de culturi pure de drojdie

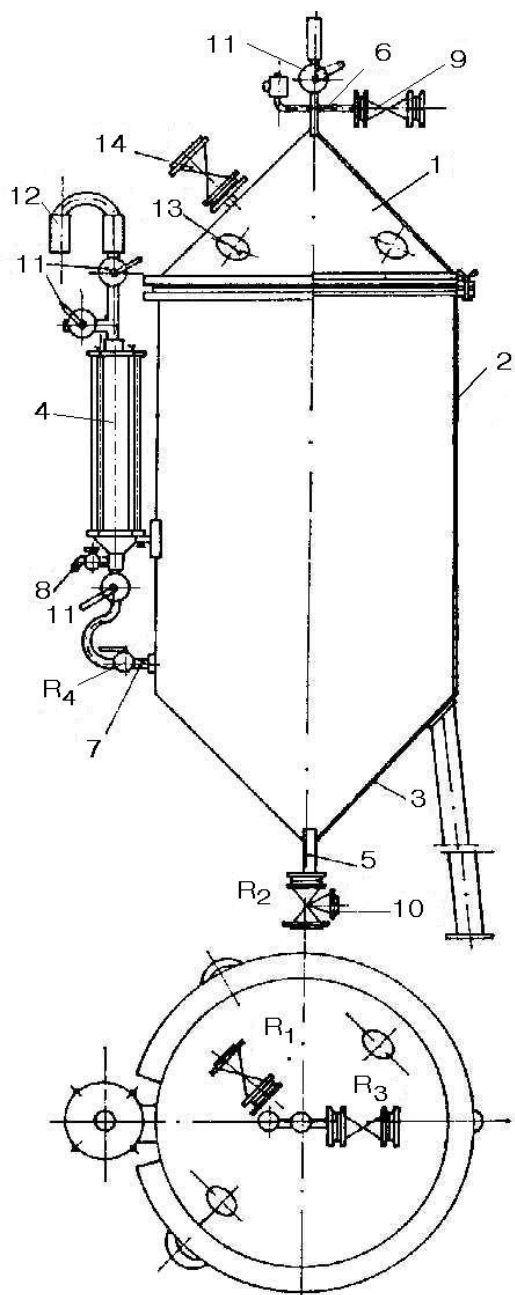


Fig. 7.9. Vas de cultură pură:

1 – capac; 2 – manta; 3 – fund conic; 4 – cilindru din sticlă pentru cultura pură de laborator; 5 – racord de golire; 6 – ștuț în formă de cruce; 7 – racord de alimentare cu cultură pură; 8 – robinet pentru probă; 9 – robinet cu cep; 10 – robinet cu trei căi pe conducta de golire vas; 11 – robinet de închidere pentru conducta de aer steril; 12 – filtru de aer; 13 – vizor; 14 – robinet cu cep, pe conducta de alimentare cu must steril.

aerului într-un recipient de expansiune.

Pentru fermentarea mustului de bere se utilizează culturi pure de drojdie sau biomasă de drojdie recoltată dintr-o fermentație anterioară, cu condiția ca aceasta să-și păstreze însușirile inițiale și puritatea microbiologică.

Cultura pură de drojdie se obține în următoarele trepte de multiplicare:

- * *izolarea de celule de drojdie* cu însușiri dorite și obținerea culturii stoc;
- * *multiplicarea drojdiei în laborator* și obținerea culturii pure de laborator;
- * *multiplicarea drojdiei în instalații industriale de culturi pure* și obținerea culturii pure necesare pentru însămânțarea mustului din șarjele industriale.

Instalațiile uzuale se compun din patru recipiente și anume: unul pentru sterilizarea mustului, două vase de fermentare - multiplicare a culturii și unul pentru prefermentare.

Recipientele instalației se confecționează din cupru sau oțel inoxidabil, cu serpentine interioare de încălzire sau numai cu manta exterioară de încălzire și de răcire, recipientele sunt legate între ele prin conducte. Instalația este astfel concepută încât să asigure desfășurarea întregului proces tehnologic în condiții practic sterile.

Recipientul pentru sterilizarea mustului este în mod curent de tip cilindric-vertical cu fundul superior eliptic, iar cel inferior conic. În acesta se introduce mustul debitat de la stația de răcire, în vederea sterilizării la temperatura de 110°C , cu ajutorul aburului. Apoi, urmează răcirea cu apă într-una sau două trepte, în vederea scăderii temperaturii la cca. 30°C . Răcirea se asigură prin mantaua recipientului. Mantaua acoperă vasul pe o înălțime de circa $2/3$, în ea putându-se introduce alternativ abur sau apă de răcire.

Procesul de sterilizare poate fi efectuat și prin injecție directă de abur în must timp de circa 2 ore. Atât în timpul sterilizării cât și al răcirii, mustul este barbotat intermitent cu aer steril, care se introduce prin partea superioară și prin cea inferioară a recipientului. Pentru urmărirea procesului recipientul este prevăzut cu un vizor. De asemenea, este dotate cu ventile de vid, de siguranță la suprapresiune și cu armături pentru evacuarea

După sterilizarea și răcirea mustului acesta este transvazat în două recipiente de multiplicare a drojdiei, denumite impropriu și fermentatoare de drojdie. Pentru asigurarea sterilității aerului acesta trece prin filtre cu vată. Transvazarea este realizată prin deschiderea ventilului de la partea inferioară a recipientului și cel de aer, creându-se o pernă de gaz care împinge mustul în recipientele de multiplicare.

Recipientul de sterilizare a mustului construit în țara noastră are o capacitate de 650 l. Diametrul său este de 900 mm și înălțimea totală de 2200 mm. Conducta de alimentare cu bere are DN 35 mm, iar cea de evacuare DN 20 mm.

Recipientul pentru multiplicarea drojdiei (v. fig. 7.9), este de tip cilindric-vertical, cu capacul 1 și fundul 3, înclinat conic spre mijloc. El este susținut pe trei picioare. Capacitatea este de 360 l pentru fiecare recipient.

Pe capac se găsesc ștuțul de alimentare R_1 , prevăzut cu robinet cu cep 14, ștuțul de aer R_3 , ce servește pentru transvazare, prevăzut cu robinetul de închidere 11, precum și armătura de siguranță și de evacuare a bioxidului de carbon. Pentru urmărirea procesului de multiplicare a drojdiei, recipientul este prevăzut cu vizorul 13.

Pe partea cilindrică se găsește ștuțul de alimentare cu drojdie 7, prevăzut cu robinetul R_4 , de care este legat cilindrul de sticlă 4, pentru alimentarea cuibului de drojdie. Închiderea cilindrului se realizează cu robinetele 11. Sterilitatea aerului se asigură cu filtrul 12.

Fundul recipientului este prevăzut cu ștuțul 5, precum și cu robinetul cu trei căi R_2 , pentru golire și spălare.

Recipientul de multiplicare a drojdiei are un diametru interior de 650 mm și o înălțime de 2000 mm, din care cea a părții cilindrice 2, de 900 mm. Masa este de 0,25 t.

Recipientul de prefermentare este de tip cilindric-vertical cu fundul conic, având o formă de pară. El este prevăzut cu manta dublă pe o înălțime de circa 2/3 din partea cilindrică. El servește pentru realizarea cantității de drojdie necesară pentru fermentarea pe scară industrială a berii, primind în acest scop drojdia multiplicată din recipientul descris anterior. Alimentarea se efectuează prin intermediul unui ventil amplasat în partea inferioară, de unde cu ajutorul unei conducte sau legături flexibile drojdia poate fi împinsă cu aer până la linurile de angajare ale secției de fermentație primară.

8. CAPTAREA, RECUPERAREA ȘI MANIPULAREA DIOXIDULUI DE CARBON

Dioxidul de carbon rezultat din procesul de fermentare a liniurilor închise poate fi recuperat și utilizat ca mediu de presiune pentru transvazarea berii în recipientele de alimentare a liniilor de îmbuteliere, la formarea contrapresiunii și pentru impregnarea berii. De asemenea, poate fi purificat și comprimat în vederea livrării ca atare în butelii. Practic, fabricile moderne consumă cca. 1/4 din bioxidul de carbon recuperat în cadrul unității, iar restul se comercializează, ceea ce reprezintă cca. 1 kg CO₂/hl bere.

La fermentarea primară, prin fermentarea a 1 kg extract, teoretic rezultă 0,464 kg CO₂. Din fermentarea unui must cu 12% extract real în bere de 4,4% rezultă 3,5 kg CO₂/hl bere tânără. Din această cantitate, 0,4 – 0,5 kg CO₂/hl rămâne dizolvat în bere, 10% sunt pierderi și deci la fermentarea convențională se pot recupera 1,8 – 2,1 kg CO₂/hl, iar în cazul fermentării în tancuri conico-cilindrice se pot recupera 2,1 – 2,5 kg CO₂/hl bere tânără. Dioxidul de carbon recuperat și stocat într-un gazometru este purificat (prin spălare cu apă, răcire – comprimare, uscare și dezodorizare), după care este lichefiat și valorificat în fabrica de bere în diferite operații care necesită lucrul sub presiune de CO₂ (v. tabelul 8.1) sau este încărcat pentru comercializare.

Tabelul 8.1

Valorificarea CO₂ în fabrica de bere

Operația	Presiunea, bar	Necesarul de CO ₂ , kg/hl bere
Tanc de maturare	0,8 – 1,0	0,35 – 0,50
Filtrare	1,5 – 2,5	0,40 – 0,50
Tanc de liniștire	1,0 – 1,5	0,30 – 0,60
Aparat de îmbuteliere	1,5 – 2,5	0,18 – 0,45
Tragere în butoaie	2,0 – 2,5	0,30 – 1,40
Tragere la cutii	2,0 – 2,5	0,60 – 0,80
Carbonatare bere	1,5 – 2,0	0,50 – 0,70
Transport bere în cisterne	1,0 – 1,5	0,30 – 0,50
Unitanc (faza de spălare)	-	1,60 – 1,80
Debitare (la consumator)	0,5 – 1,0	0,20 – 0,50

În primele 24 de ore ale fermentării primare are loc o degajare lentă de bioxidul de carbon amestecat cu cantități mari de aer și de subproduse ale procesului de fermentare ce au un miros neplăcut. În consecință nu este indicată recuperarea acestuia.

Dintre instalațiile folosite curent pentru purificarea și comprimarea dioxidului de carbon sunt: *CB* (Germania), *Linde*, *Mitsubishi*, *Nuovo Pignone*, *Huppmann*.

Instalațiile CB. Pentru captarea bioxidului de carbon liniile de fermentare primară închise, sunt prevăzute cu un racord pe capac (v. fig. 8.1), legate printr-o conductă de un ventilator de joasă presiune 1. Acesta aspiră bioxidul de carbon și îl refulează într-un recipient pentru menținerea constantă a presiunii 2. De aici, bioxidul de carbon ajunge în gazometru 3, care are

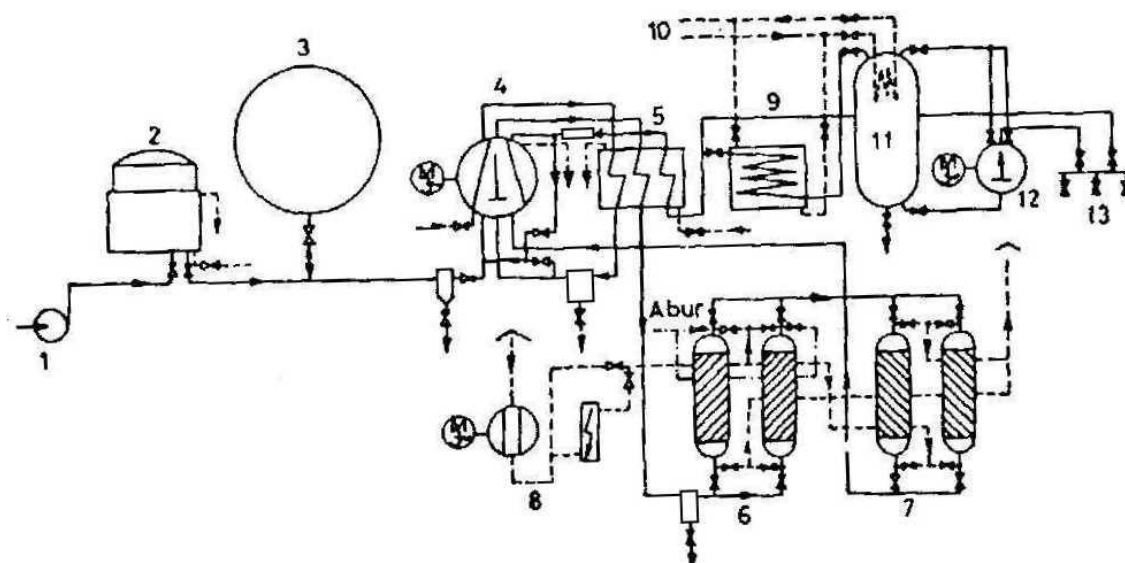


Fig. 8.1 *Instalația pentru recuperarea bioxidului de carbon:*

- 1 - ventilator; 2 - recipient pentru menținerea constantă de presiune; 3 - gazometru; 4 - compresor;
5 - schimbător de căldură; 6 - baterie de curățire cu filtre cu cărbune; 7 - filtru de uscare; 8 -
dispozitiv de regenerare a filtrelor; 9 - condensator; 10 - conducte cu agent de răcire; 11 - recipient
de colectare; 12 - pompă; 13 - spre stația de îmbuteliere.

rol de recipient intermediar. În continuare, gazul este aspirat de către compresorul 4, care asigură comprimarea în trei trepte. După fiecare treaptă de comprimare are loc o răcire intermediară asigurată cu ajutorul unui schimbător de căldură tubular 5, cu separarea apei la condensare. Între treptele 2 și 3 de comprimare, este intercalată o baterie de purificare 6. Aceasta constă din filtre cu cărbune activ. Baterie este completată cu o coloană de uscare umplută cu gel de silice 7. Cărbunele activ și gelul de silice se regenerează cu agregatul 8. Întotdeauna o baterie de purificare este în funcțiune și alta în regenerare.

În cazul lichefierii insuficiente a bioxidului de carbon, acesta trece prin condensatorul 9, răcit cu agent de răcire debitat prin conductele 10. Bioxidul de carbon lichid este colectat în recipientul 11, de unde, cu pompa 12, se trimite la stația de îmbuteliere 13. Îmbutelierea în tuburi metalice are loc la presiuni de 70...80 bar.

În locul gazometrelor există instalații în funcțiune, compuse din baloane mari de cauciuc. Acestea se adaptează mai bine la fluctuații mari de debite de bioxidul de carbon ce se înregistrează în decursul procesului de fermentare a berii.

Pentru regenerarea cărbunelui activ se folosește abur de 3 bar, care asigură încălzirea indirectă a aerului utilizat pentru uscare finală. Pentru regenerarea silicagelului se folosește numai aer, având temperaturi de 150...180°C.

Suprafața ocupată de întreaga instalație la capacitatea citată este de 110 m². Alte date comparative sunt prezentate în tabelul 8.2.

Caracteristicile instalațiilor C.B. pentru comprimarea bioxidul de carbon rezultat de la fermentarea berii

Parametru	U/M	Capacitatea, în kg CO ₂ /h		
		40	63	125
Capacitatea zilnică de producție	t	0,96	1,5	3,0
Puterea instalată	kW	16	26	50
Puterea absorbită	kW	14	21	38
Necesarul de apă de răcire la 15 ⁰ C	m ³ /h	0,7	1,1	2,1
Necesitatea de agent frigorific la -7 ⁰ C	kcal/h	3300	5200	10000
Necesarul de abur pentru regenerare	kg/h	2,6	4	8
Consumul specific de energie electrică	kWh/kg	0,20	0,19	0,18
Consumul specific de apă	m ³ /kg	0,02	0,2	0,02
Consumul specific de abur	kg/kg	0,07	0,7	0,07
Masa totală	t	10	16	19

Instalația Esslingen nu diferă mult de precedentă. Colectarea bioxidul de carbon se efectuează prin intermediul unei conducte cu ventil cu trei căi, care permite evacuarea la început a gazelor în atmosferă și apoi, comutarea spre instalația de colectare a gazelor. O contragreutate închide conducta în cazul când suprapresiunea este mai mare de 70 mm coloană de apă, permițând, în schimb, barbotarea bioxidul de carbon în aer. În momentul când clopotul gazometrului s-a ridicat la nivelul maxim, acesta se închide printr-un plutitor și se deschide circuitul de apă rece, având loc comutarea automată a circuitului de gaze la treapta întâia de comprimare. Aici are loc compresia până la 200 bar. Compresorul este răcit cu apă. În continuare, gazul trece prin bateria de purificare la temperatura de 20...25⁰C. Ea constă din două uscătoare cu silicagel, un tub cu cărbune activ și un filtru fin cu inserție ceramică. Urmează aspirația în treapta a doua de comprimare, după care se găsește din nou un răcitor și separator și în final a treia treaptă, unde are loc lichefierea la presiunea de 80 bar. După trecerea prin separatorul de ulei, gazul este adus în condensator la o temperatură cât mai scăzută, respectiv de maxim 25⁰C, unde are loc lichefierea. Instalația posedă dispozitivele necesare pentru dezaerarea automată pentru a preveni creșterea anormală a presiunii de compresie. De la condensator bioxidul de carbon lichid poate trece la un recipient de depozitare la joasă presiune prin intermediul unui ventil de detentă de la 70 bar la 12 bar. În aceste condiții temperatura scade la -34⁰C și circa 44% din CO₂ lichid, care a trecut prin ventil, se evaporă din nou, trebuind a fi aspirat de ultima treaptă a compresorului. De aceea, capacitatea acesteia este cu 80 % mai mare decât cea a primei trepte. În situația depășirii presiunii de 85 bar, ceea ce se întâmplă dacă bioxidul de carbon conține prea mult aer, sau temperatura apei este de peste 27⁰C, compresorul de lichefiere se oprește automat.

Pentru capacitatea de 102 kg CO₂/h instalația dispune de un gazometru de 12 m³. Compresorul este de tip vertical cu funcționare în stare uscată, iar răcitorul pentru cele două trepte de presiune este de tip țevă în țevă. Uscătorul cu silicagel poate funcționa fără întrerupere timp de 6 zile, după care este necesară reactivarea timp de 20 ore, ceea ce se realizează prin încălzire pe cale electrică, folosind rezistențe de 4,8 kW. Treapta finală de compresie de la 12 bar la 80 bar necesită o putere de 12 CP. Recipientul pentru depozitarea bioxidul de carbon la presiune medie are o capacitate utilă de 15 t. Instalația poate fi cuplată cu un generator de gheață uscată cu o capacitate de 50 kg/h bioxidul de carbon solid comprimat la 200 bar.

Instalația Linde realizează comprimarea în trei trepte folosind un compresor cu pistoane cu cursă de 200 mm la 270 rot/min. După primele două trepte este prevăzută răcirea și separarea picăturilor de condensat. Presiunile la cele trei trepte sunt de 4,20 și 60...80 bar. Volumul de dioxidul de carbon absorbit de compresor la presiunea normală și temperatura de 28⁰C este de

181 m³/h. Necesarul de apă de răcire de 18⁰C este de 1,8 m³/h. Masa compresorului este de 4,8 t. Între treapta 1 și 2, în afară de uscarea cu silicagel, și dezodorizarea în filtrul cu cărbune activ, are loc o trecere printr-o soluție de permanganat de potasiu și oxid de fier, asigurându-se combinarea chimică a urmelor cu gaze sulfuroase, în special a mercaptanilor rezultați la fermentare. În final, se realizează uscarea dioxidului de carbon prin trecerea printr-o baterie cu acid sulfuric. Răcirea și condensarea se efectuează într-un agregat de tip țevă.

Instalația Mitsubishi este complet automatizată, fără a fi dotată cu dispozitive de purificare chimică a gazelor. Spălarea preliminară a gazelor are loc în două turnuri cu înălțimea de 3000 mm și diametrul de 700 mm, umplute cu inele *Raschig*. Compresorul este de tip vertical în trei trepte. La o capacitate de 175 kg/h puterea instalată este de 40 kW. Regenerarea silicagelului are loc cu bioxidul de carbon încălzit.

Instalațiile Nuovo Pignone funcționează, de asemenea, prin comprimare în trei trepte, folosind compresoare orizontale. La o capacitate de 250 kg CO₂/h și curse ale pistoanelor de 250 mm, diametrele cilindrilor sunt de 150, 240 și 67 mm. Agregatele de răcire sunt de tip serpentine și nu țevă în țevă ca la celelalte instalații.

Pentru depozitarea bioxidului de carbon lichid, în locul utilizării buteliilor mici, a căror capacitate este de maxim 40 l, se pot utiliza și recipiente mari ce funcționează la presiuni joase. Cele mai cunoscute sunt cele de tipul *Tikko* și *Buse*.

Recipientele *Tikko* funcționează la presiuni de 15...25 bar și au capacități până la 20000 kg. Ele sunt de tip cilindric orizontal, fiind montate pe un cântar. Recipientele sunt izolate cu poliuretan și au o manta de tablă de protecție față de acțiunea agenților atmosferici. Lângă recipient se găsește legat de acesta agregatul frigorific, care intră automat în funcție pe baza unui manometru de contact, în cazul depășirii temperaturii de -25⁰C. Pentru depozitarea unui kg de bioxid de carbon masa recipientului este doar de 0,7 kg. Pentru golire în dreptul ștuțului se găsește o rezistență de încălzire. Energia necesară este de 0,1 kWh/kg CO₂.

Avantajele păstrării dioxidului de carbon lichid la presiune medie față de cea ridicată constau în costurile mai reduse de comprimare, siguranță crescută în exploatare, posibilitatea realizării de capacități mari de depozitare în întreprinderi producătoare și obținerea unei purități mai mari, care poate depăși 99,9%. Din cauza izolației termice, exploatarea este neinfluențată de temperatura exterioară și dispăre pericolul măririi excesive a presiunii la creșterea temperaturii.

9. LIMPEZIREA BERII

După fermentarea secundară și maturare, berea este mai mult sau mai puțin tulbure datorită particulelor fine de trub formate la depozitare și a celulelor de drojdie care au mai rămas în suspensie. Berea dată în consum trebuie să prezinte o limpiditate perfectă, cu luciu. Limpiditatea berii se apreciază prin măsurarea turbidității, exprimată în unități EBC de formazină (v. tabelul 9.1).

Tabelul 9.1

Limpiditatea berii

Unități EBC de formazină	Limpiditatea berii
< 0,2	Foarte limpede (cu luciu)
0,2 – 1,0	Limpede
1,0 – 4,0	Voalată
> 4,0	Tulbure

Limpiditatea cu luciu se conferă berii prin filtrare. La limpezire berea își îmbunătățește însușirile gustative și de spumare, dar mai ales stabilitatea coloidală și biologică. Reținerea particulelor în suspensie se face pe un strat filtrant și se poate realiza prin două mecanisme:

- * **prin cernere** (reținere de suprafață), în care caz sunt reținute particulele cu diametrul mai mare decât diametrul porilor stratului filtrant. Pe parcursul filtrării se intensifică finețea filtrării, însă scade volumul de bere ce trece prin strat în unitatea de timp. Sunt reținute atât particulele în suspensie cât și coloizii cu molecule mari;
- * **prin reținere** pe materiale foarte poroase, cu o suprafață mare de filtrare și cu acțiune absorbantă (filtrare adâncă). Acțiunea absorbantă scade treptat și, deci, scade și viteza de filtrare. Cu asemenea materiale filtrante sunt reținute suspensiile, coloizii macromoleculari, dar și cele dizolvate molecular în bere. Se îmbunătățește, de asemenea, stabilitatea coloidală a berii, dar se pot influența negativ plinătatea gustului și însușirile de spumare.

9.1 Materiale filtrante

Materialele filtrante folosite în industria berii pot fi cu strat fix sau aluvionare.

Materialele filtrante cu strat fix. Aceste materiale, la rândul lor, se clasifică în:

- * **masă filtrantă**, care este un amestec de fibre de bumbac și 1-2% fibre de azbest (care îi conferă acțiune absorbantă), îmbibate în apă și modelate sub formă de turte (discuri) filtrante. Datorită efectului cancerigen al azbestului, manoperei mari pentru recondiționare după filtrare, masa filtrantă este puțin utilizată astăzi ;
- * **cartoane filtrante** (plăci filtrante), care sunt confecționate din fibre de celuloză, cu adaos de circa 2,0% kieselgur. Eficiența filtrării este dependentă de structura fibrelor de lemn din care este obținută celuloza. Sunt utilizate cartoane cu diferite porozități și cu eficiențe de filtrare diferite (v. fig. 9.1). Creșterea fineții filtrului micșorează productivitatea acestuia. Clasificarea cartoanelor se face după “*cifra de apă*”, respectiv

debitul orar de apă (l) care trece printr-o suprafață de filtrare de 400x400 mm, la aplicarea presiunii de 1 bar și la temperatura de 20 °C.

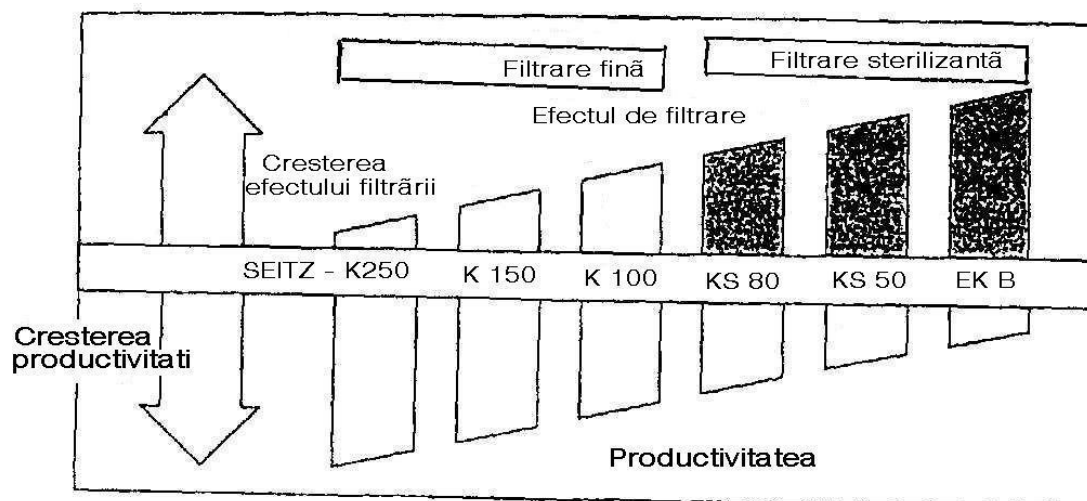


Fig. 9.1. Efectul de limpezire și productivitatea diferitelor cartoane filtrante Seitz.

În funcție de “cifra de apă”, cartoanele pot fi:

- ◆ de mare productivitate, care asigură și reținerea parțială a drojdiilor. Au o productivitate de 2 hl/m²h și o capacitate totală de filtrare de 60 – 90 hl/m²;
- ◆ de filtrare fină, care rețin 95 – 100% drojzii și o parte din bacteriile aflate în bere. Au productivitate de 1,3 – 1,5 hl/m²h și capacitate totală de filtrare de 60 – 90 hl/m²;
- ◆ de filtrare avansată, care rețin 100% drojdiile și o bună parte din bacterii. Au productivitatea de 1 – 1,3 hl/m²h și o capacitate totală de filtrare de 30 – 40 hl/m²;
- ◆ sterilizante (EK), care rețin toate microorganismele prezente în bere și care sunt utilizate pentru filtrarea sterilizantă. Au o productivitate de 1 – 1,3 hl/m²h și o capacitate totală de filtrare de 8 – 15 hl/m²;

- * **membrane filtrante**, care sunt confecționate din poliuretan, poliacriilați, poliamidă, polietilenă, policarbonat, acetat de celuloză. Membranele au pori fini (0,02 – 1 μm) și pentru a avea rezistență sunt aplicate pe suporturi poroase.

Materiale filtrante aluvionare. Acestea sunt materiale poroase care se depun (se aluvionează) pe un suport (cartoane din fibre de celuloză, site metalice, lumânări). Principalele materiale aluvionare sunt:

- **kieselgurul** (pământ de diatomee), care se utilizează în proporție de 80 – 200 g/hl bere, existând kieselgur fin, mediu, grosier (v. tabelul 9.2);
- **perlita**, care este un material de origine vulcanică ce conține silicat de aluminiu.

9.2 Tipuri de filtre utilizate în industria berii

Indiferent de construcția filtrului și de materialul filtrant utilizat, filtrul pentru bere trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să mențină gradul de saturare a berii cu CO₂ realizat la fermentare. Din acest motiv la filtrare se lucrează cu o contrapresiune mai mare decât presiunea de saturație a CO₂;
- să minimizeze dizolvarea oxigenului în bere în decursul filtrării. Berea la sfârșitul fermentației secundare conține sub 0,01 mg O₂/l, înglobarea ulterioară de oxigen având efecte negative asupra însușirilor senzoriale (stabilitatea gustului, culoare) și asupra stabilității coloidale. Minimalizarea înglobării de aer la filtrare se face prin: eliminarea

aerului din filtru înainte de introducerea berii; utilizarea de apă dezaerată; etanșarea corectă a filtrului; utilizarea de CO₂ pentru realizarea contrapresiunii.

- Să nu contamineze berea cu microfloră dăunătoare, provenită din filtru sau materialul de filtrare. Pentru aceasta, filtrele sunt spălate și dezinfectate înainte de introducerea berii.

Tabelul 9.2

Viteza de curgere și limpezirea relativă a berii în funcție de marca de kieselgur

Marca kieselgurului	Viteza relativă de filtrare	Limpezirea relativă	Tipul de kieselgur
Filtre Cel	100	100	Fin
Celite 577 și Celite 505	115	98	
Standard Super Cel	213	85	
Celite 512	326	76	Mediu
Hyflo Super Cel	534	58	
Celite 503	910	42	
Celite 535	1269	35	
Celite 545	1830	32	
Celite 560	2670	29	Grosier

Filtrarea berii se poate face în **filtre cu material filtrant fix** sau cu **aluvionarea materialului filtrant**.

Filtrele cu material filtrant fix. În această categorie intră: filtrele cu plăci și masă filtrantă; filtre cu plăci și cartoane filtrante și filtre cu membrană filtrantă.

Frecvent se utilizează:

- * **filtru cu cartoane filtrante** pentru filtrarea fină a berii la care, pentru a le prelungi durata de funcționare, se face o prefiltrare a berii printr-un alt filtru, de obicei un filtru cu kieselgur;
- * **filtru cu membrană filtrantă** pentru filtrarea berii în sistem cross-flow (curgere transversală), pentru filtrare fină, pentru producerea berii fără alcool sau cu conținut redus de alcool (osmoză inversă, dializă).

În continuare sunt prezentate câteva tipuri de filtre utilizate la filtrarea berii.

9.2.1 Filtrele aluvionare

Urmăresc limpezirea continuă a berii prin trecerea prin elemente-suport de o anumită porozitate, dispuse succesiv în construcție orizontală sau verticală, având între ele spații goale pentru reținerea impurităților sub formă de turtă, prin aluvionare. În calitate de agenți de reținere se folosesc suspensii de kieselgur (diatomite sau perlite). Reținerea turtei de impurități și a agentului de filtrare se face pe suporturi de site din material textil, țesătură metalică sub formă de discuri, plăcuțe sau lumânări, straturi de carton și altele.

Sub aspect constructiv și a modului de funcționare se deosebesc filtre cu straturi și filtre cu cazane. Cele mai importante tipuri de filtre aluvionare sunt:

- ✓ Filtrul presă;
- ✓ Filtrul cu straturi fixe;
- ✓ Filtrul cu aluvionare permanentă;
- ✓ Filtrul cu plăci;
- ✓ Filtrul cu lumânări;
- ✓ Filtrele cu cazane.

Filtrul presă. Acesta este larg folosit în industria alimentară, nefiind necesară prezentarea în detaliu. Constă din două suporturi-capace legate printr-un ax central. Între suporturi-capace se

agață ramele pentru reținerea impurităților și a agentului filtrant, respectiv a turtelor, zise și camere de filtrare, cât și suporturi de reținere sub formă de pânze sau cartoane. Unul din capace este fix, iar celălalt mobil, putând fi strâns ca un șurub pe cale electrohidraulică, sau manuală la filtrele mai mici. Principiul de funcționare poate fi urmărit din fig. 9.2.

Astfel de filtre se folosesc, de preferință, pentru limpeziri grosiere, la capacități mici și mijlocii. Din cauza numărului mare de camere pentru reținere de turte, a dimensiunilor acestora, a pierderilor de presiune și a muncii anevoioase de curățire după fiecare ciclu, ele nu se utilizează pentru capacități mari. Avantajul constă, însă, în robustețea utilajului și a unei durate mai lungi a unui ciclu de filtrare, din cauza capacității mai mari a camerelor aluvionare. De altfel, construcția multor tipuri de filtre cu straturi este asemănătoare, diferind doar dimensiunile camerelor de reținere, forma și modul de funcționare a suporturilor de filtrare agățate între camerele sau ramele de reținere.

Filtrul cu straturi fixe. În principiu nu diferă față de filtrele-prese. Deosebirea constă numai în faptul că în locul ramelor pentru turbureală apar camerele de filtru cât și în partea de scurgere, unde întotdeauna o cameră servește pentru alimentare și alta pentru evacuare.

Utilajul se compune tot din cadru-suport cu plăci, camere din aliaj de aluminiu sau oțel inoxidabil și pompa de alimentare. Peste plăcile rifluite se atârână straturile filtrante, care constau din pânză de bumbac sau cartoane, peste care se aluvionează un strat de kieselgur. Pânzele nu au rol de filtrare, ci numai rol de suport pentru kieselgur. După un număr de 15...20 cicluri de filtrare pânza trebuie înlocuită. Pe partea superioară a canalelor plăcilor și ramelor se găsesc ventile pentru eliminarea preliminară a aerului. Straturile filtrante au dimensiuni uzuale de 40 x 40 până la 100 x 100 cm; productivitatea acestor filtre este de 3...3,5 hl/m² și oră.

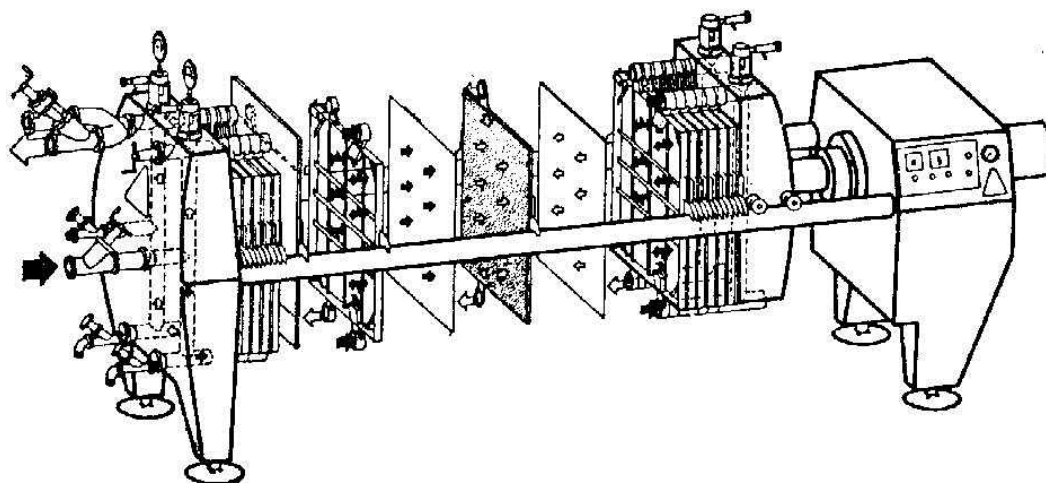


Fig. 9.2. Filtrul presă cu kieselgur.

Berea este debitată în filtru prin două canale, unul inferior și altul superior, trece din placa de alimentare prin cartonul filtrant sau pânza de reținere și este apoi colectată în placa învecinată sub formă de bere filtrată. Aceasta se evacuează prin două canale; unul superior și altul inferior. La intrare și ieșire pe plăcile de capăt se găsesc manometre și vizoare pentru controlul optic al procesului de filtrare.

În funcție de eficiența de filtrare și de însușirile berii se pot utiliza straturi cu permeabilitate diferită, realizându-se o filtrare grosieră, sau fină. Cu creșterea fineții filtrării scade capacitatea orară și cea a ciclului de filtrare, care este de 30...40 ore. Presiunea maximă de lucru este de 6 bar.

Filtrele cu aluvionare permanentă. Majoritatea filtrelor moderne cu kieselgur nu se bazează pe o aluvionare prealabilă pe un suport de pânză, cum sunt cele descrise mai înainte, ci pe o prealuvionare pe sită metalică sau alt element de suport sub formă de lumânare ori, fantă, urmată de o aluvionare constantă de-a lungul procesului de filtrare.

La filtrele cu aluvionare permanentă este necesară o prealuvionare cu doză mărită de kieselgur, care ajunge până la 1000 g/m^2 suprafața filtrantă. De asemenea viteza de alimentare este de cca. două ori mai mare față de cea de filtrare. Stratul aluvionar crește permanent, paralel cu presiunea din filtru, respectiv cu cca. $0,2 \text{ kg/m}^2$ și oră. După 8 ore de filtrare rezistența filtrului ajunge la 2..2,5 bar și se întrerupe ciclul de limpezire. Berea reținută în filtru este recuperată prin jet de apă sub presiune, putând fi refolosită la prealuvionarea următoare. Apoi se desface filtrul și se elimină stratul de kieselgur cu nămol prin șprițuire de apă rece și caldă. În final, se sterilizează cu abur și se reîncepe ciclul de filtrare.

Între plăcile de filtrare cu tablă perforată se montează rame confecționate tot din plăci de oțel inoxidabil rifluite. Între rame și plăci se așează plăci de carton filtrant. Alcătuirea filtrului și principiul de funcționare pot fi urmărite în figura 9.3.

Filtrul se compune din ștuțul de alimentare 1 a berii, robinetul pentru luarea probelor 7, ștuțul acestuia 8, suportul tiranților 9, șurubul de strângere a plăcilor 10, tiranții 11, capacul mobil 12, plăcile de tablă perforată 13, robinetul de ieșire a berii filtrate 15 și ștuțul acestuia 16.

După cum se vede din figură, plăcile alternează cu ramele, ambele fiind sprijinite prin intermediul a doi umeri pe barele laterale dispuse de-a lungul filtrului. Ansamblul este susținut pe un cadru metallic ce se poate fixa pe fundații, sau deplasa cu ajutorul unor roți.

Introducerea berii se efectuează prin ștuțul de alimentare cu ajutorul unei pompe. Din canalul format de către urechile plăcilor și a ramelor, berea intră în acesta trecând prin plăcile de carton 6 și placa de tablă perforată 13, pentru a ajunge în interiorul plăcilor de filtrare 4. Berea limpezită trece prin canalul format de către urechile plăcilor și ramelor în cealaltă parte a filtrului, ieșind prin ștuțul de evacuare.

Toate părțile ce vin în contact cu berea sunt confecționate din oțel inoxidabil. Capacitatea pompei este corelată cu suprafața totală a plăcilor, astfel încât să se asigure productivitatea arătată mai înainte, iar pe măsura desfășurării procesului de filtrare presiunea crește treptat fără micșorarea debitului.

Înainte de începerea unui filtru de fixare se prepară suspensia de kieselgur cu apă într-un rezervor de alimentare prevăzut cu agitator, precum și cu o pompă dozatoare cu membrană.

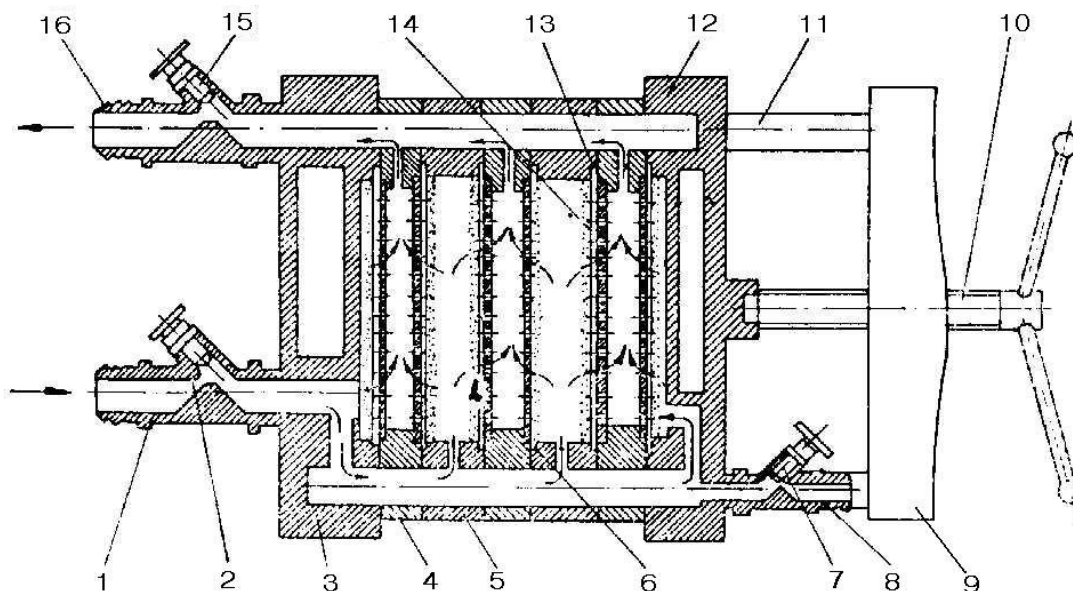


Fig. 9.3 Instalație de filtrare cu plăci și aluvionare permanentă:

1 - ștuț de alimentare; 2 - robinet de intrare; 3 - capac fix; 4 - cadru placă; 5 - ramă; 6 - placă de carton; 7 - robinet pentru probe; 8 - ștuț pentru probe; 9 - suport; 10 - șurub; 11 - tirant; 12 - capac mobil; 13 - tablă perforată; 14 - strat de kieselgur; 15 - robinet de ieșire; 16 - ștuț de refulare.

Modul de aluvionare, respectiv de depunere a stratului de filtrant de kieselgur 14 pe plăcile din

tablă perforată 13, este indicat în figură.

Berea este debitată în filtru cu o pompă reglatoare de presiune, iar în conducta de alimentare se dozează continuu suspensia de kiselgur preparată în rezervorul cu agitator.

O instalație cu plăci de 40 x 40 cm în număr de 25 asigură un debit de 3000...6000 l/h, în funcție de compoziția berii și de limpezimea cerută.

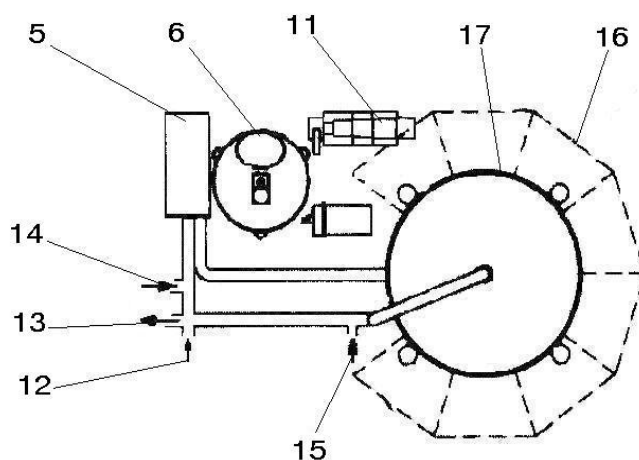
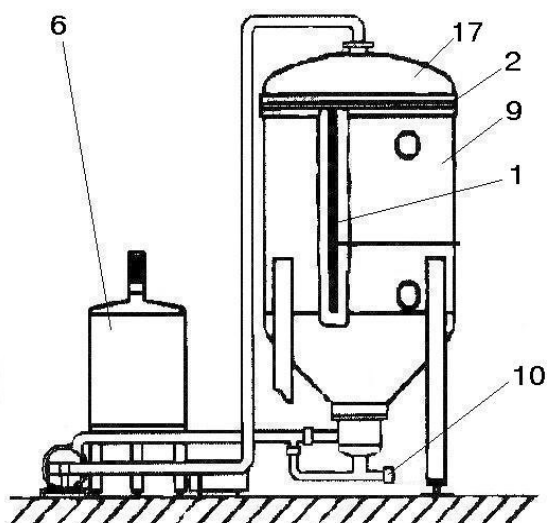
Filtrul cu plăci. Sub aspect constructiv este identic cu filtrul cu strat fix și pânze de reținere, cu deosebirea că acestea sunt înlocuite cu cartoane. Nu este necesară o prealuvionare, putându-se începe direct filtrarea cu aluvionare de amestec de kiselgur, azbest și celuloză. Berea intră într-o placă, respectiv ramă, trece prin stratul filtrant de carton și pătrunde apoi în altă placă metalică prevăzută cu o fantă de golire într-un canal colector. În ordinea descrescătoare se folosesc următoarele tipuri de plăci filtrant: pentru filtrarea sterilizantă (EK); pentru filtrarea foarte fină; pentru filtrarea fină cu eliminarea a cca. 95 % din drojdii; pentru filtrarea de luciu sau polizantă, folosită la filtrarea finală pentru berea blondă curentă, nepasteurizată.

Filtrul cu lumânări. Dispune de o serie de elemente filtrante sub formă de tuburi verticale 1 asemănătoare cu lumânările (v. fig. 9.4). Ele sunt fixate de către o placă 2. Tuburile sunt confecționate din oțel inoxidabil, având orificii calibrate 4, învelite cu o spirală de sârmă 3. În orificiile calibrate 4 dintre aceste spirale are loc aluvionarea și filtrarea. Pe placă sunt fixate prin înșurubare până la 250 lumânări în poziție verticală. Berea supusă filtrării este alimentată de către pompa 5, printr-o conductă legată de dozatorul 6 și pătrunde din partea inferioară din exterior spre lumânări (v. fig. 9.4,c și fig. 9.4,d poziția 7).

La sfârșitul filtrării are loc eliminarea berii reziduale prin suflare de aer, iar nămolul rămâne încă aderent pe lumânări. Dintr-un recipient separat se debitează sub presiune un amestec de aer și apă în sens contrar cu cel de filtrare (v. fig. 9.4,d poziția 8), trecând prin lumânări. În consecință nămolul cade în partea conică a filtrului și de aici este trecut într-un recipient colector, de unde poate fi evacuat.

Avantajele filtrului cu lumânări constau în faptul că nu conține părți în mișcare, reducându-se astfel consumul de energie și uzura.

Deservirea este ușoară, iar procesul poate fi automatizat.



a)

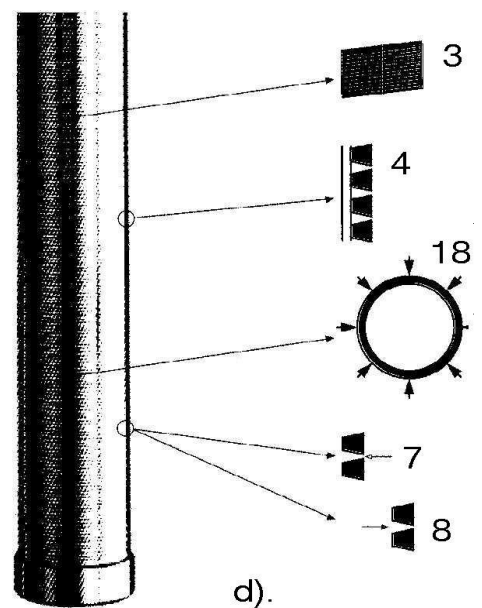
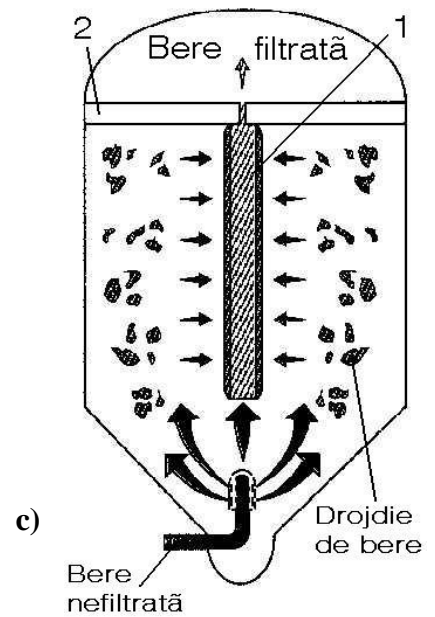
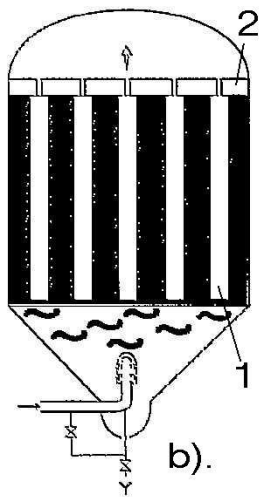


Fig. 9.4. Instalație de filtrare cu lumânări:

- a** – Schema instalației de filtrare; **b** – filtru cu lumânări; **c** – Schema procesului de lucru; **d** – părțile componente ale unei lumânări;
- 1 – lumânare; 2 – placă perforată; 3 – spirală; 4 – orificii calibrate; 5 – pompă de alimentare; 6 – dozator; 7 – sensul de deplasare al berii în timpul filtrării; 8 – direcția de eliminare a nămolului; 9 – cazan de filtrare; 10 – conductă de evacuare a reziduurilor; 11 – pompă de dozare; 12 – conductă de admisie; 13 – conductă de evacuare; 14 – conductă de legătură cu instalația de curățire (CIP); 15 – conductă de admisie aer; 16 – platformă de lucru; 17 – capac; 18 – secțiune prin lumânare.

Filtrele cu cazane. La acestea filtrarea se efectuează prin site metalice montate, în execuție fixă sau mobilă, într-un recipient metallic cilindric, orizontal sau vertical.

Elementele filtrante au formă de discuri fixate pe un ax gol în interior, întregul ansamblu fiind rotativ sau sub formă de lumânări.

Filtrul orizontal cu discuri verticale (v. fig. 9.5) constă dintr-un cazan orizontal 1, pe care se găsește axul central rotativ 2, prevăzut de obicei cu 17...37 elemente de filtrare 3. Capacitatea de filtrare ajunge până la 200 hl/h, la o presiune de până la 6 bar. Elementele de filtrare reprezintă discuri perforate pe ambele părți, sub formă de țesătură metalică foarte fină, cu un spațiu gol în interior, în vederea scurgerii filtratului. Un plutitor 4 asigură umplerea completă a filtrului în decursul procesului. Alimentarea cu bere are loc prin partea inferioară 5, iar eliminarea berii filtrate se realizează prin axul central în partea de acționare 6. Eliminarea masei filtrante reținute se efectuează la sfârșitul procesului prin rotire cu ajutorul motorului 8 și a unor duze de șpritzare 9, a căror funcționare este comandată automat de către un cilindru 10. Îndepărtarea nămolului și a apei de spălare are loc prin deschiderea fundului 7.

Aceste filtre se pretează pentru limpezirea grosieră a berii. Ele au avantajul că elementele filtrante, respectiv discurile verticale, sunt active pe ambele părți, reducându-se astfel dimensiunile constructive. În caz de întrerupere a funcționării există pericolul defacerii stratului

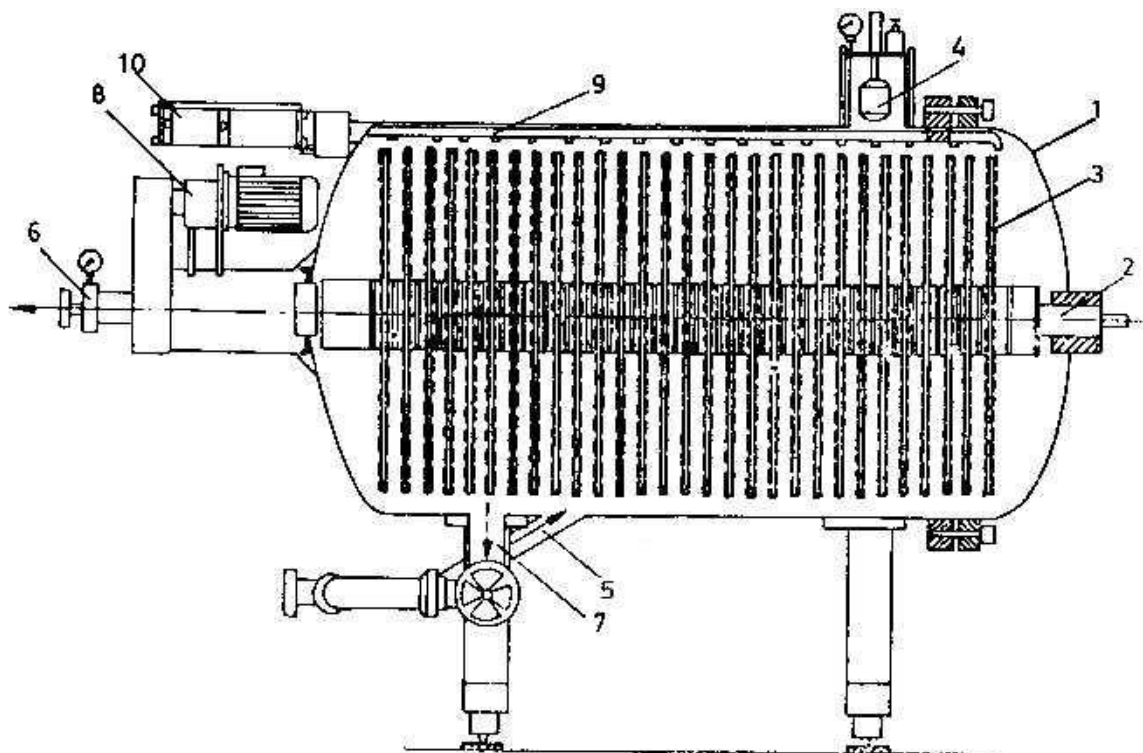


Fig.9.5. Filtrul aluvionar cu cazan orizontal și discuri:

1 - corpul cazanului; 2 - ax central rotativ; 3 - elemente de filtrare; 4 - plutitor;

5 - alimentare cu bere; 6 - evacuarea berii filtrate; 7 - fund; 8 - motor electric de acționare; 9 - duze; 10 - cilindru.

aluvionar și a necesității reînceperii întregului ciclu de preparare a patului filtrant și de aluvionare propriu-zisă.

Filtrele aluvionare cu cazan vertical și discuri orizontale se livrează sub formă de instalații care, în afară de filtrul propriu-zis, posedă un recipient pentru prepararea suspensiei de masă filtrantă, pompă de alimentare cu bere de tip regulator de presiune, pompă de dozare masă filtrantă de tip cu membrană care debitează în conducta de alimentare cu bere și tablou de comandă.

Cazanul reprezintă un recipient din oțel inoxidabil, confecționat pentru a funcționa sub presiune de până la 10 bar. În decursul funcționării presiunea crește treptat, de obicei până la 6

bar, fără micșorarea debitului, ceea ce se asigură de către pompa reglatoare de presiune. Cazanul prezintă un ax central tubular pe care se fixează în poziție orizontală discurile metalice filtrante cu perforații foarte fine. Pe aceste discuri se aluvionează patul filtrant și prin acesta trece berea care se evacuează prin axul central tubular. Ultimele două discuri servesc pentru filtrarea berii aderente de masa filtrantă la sfârșitul ciclului de lucru, respectiv pentru deshidratarea nămolului, proces favorizat prin suflarea de aer sau bioxid de carbon.

Filtrul este echipat cu manometru, supapă de siguranță și vizor pentru controlul optic. El dispune și de un dispozitiv hidraulic pentru ridicarea capacului, în vederea curățării și a altor intervenții.

Recipientul de preparare a suspensiei de masă filtrantă, respectiv de kiselgur, este de tip cilindric vertical cu agitator. El este legat cu o pompă dozatoare cu membrană care asigură debitarea continuă a suspensiei de kiselgur, proporțional cu cantitatea de bere.

O instalație cu o capacitate de cca. 100 hl/h și cu o suprafață de filtrare de 20 m² este echipată cu 30 de discuri. Diametrul discurilor de filtrare este de 985 mm, iar distanța dintre acestea, de 30 mm. Puterea motorului filtrului este de 15 kW.

Recipientul pentru prepararea suspensiei de kiselgur are un volum de 250 l, iar pompa dozatoare cu membrană, un debit variabil între zero și 600 l/h.

Pompa reglatoare de presiune este de tip centrifugal cu debit variabil de până la 20 m³/h și presiune maximă de 7 bar. Puterea motorului de acționare – 11 kW.

Astfel de instalații prezintă avantajul posibilității de funcționare automată, a filtrării și curățării fără demontare, a menținerii stratului aluvionar în caz de întrerupere a funcționării și a

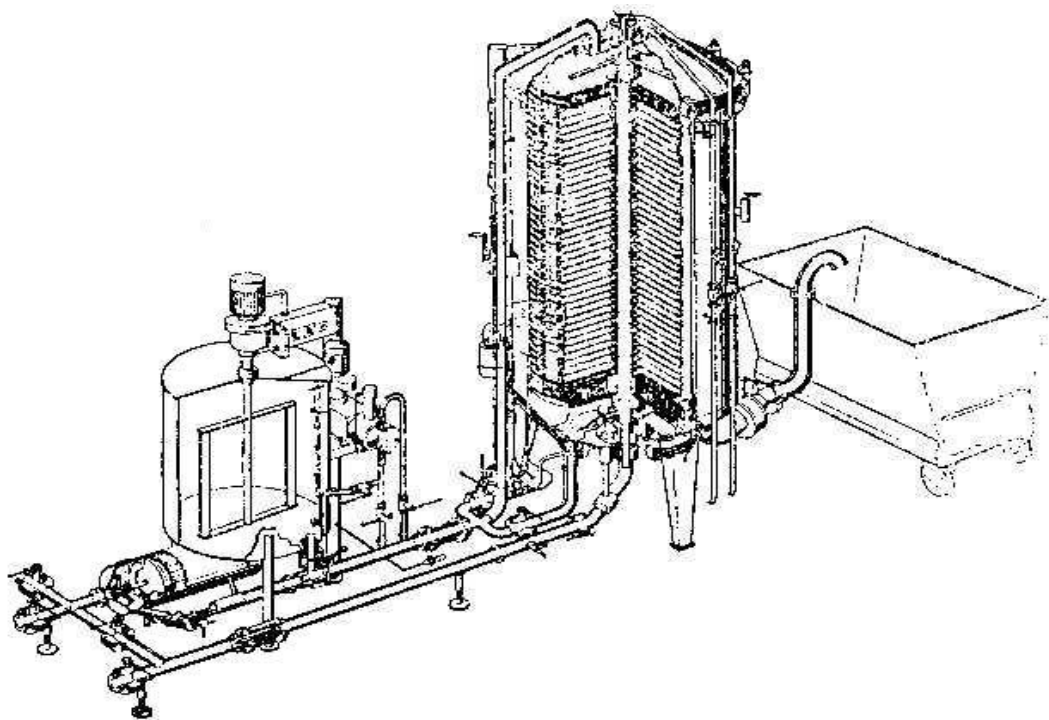


Fig. 9.6. Instalație de filtrare cu cazan vertical.

evacuării nămolului cu pierderi minime de bere, din cauza deshidratării preliminare a acestuia. Instalația este prezentată în figura 9.6.

9.2.2 Filtru cu masă

Se aseamănă cu cel utilizat la filtrarea mustului de bere, cu deosebirea că pentru reținerea impurităților se folosesc turte de masă. Acestea sunt compuse dintr-un amestec de celuloză de bumbac cu fibre de 0,7...1 mm cu adaus de cca. 1 % azbest, presate sub formă de turte

cilindrice. În mod uzual ele au un diametru de 520 mm, grosimea de 50 mm și o masă de cca. 2,5 kg.

Filtru cu masă constă dintr-un cadru mobil legat prin două bare sub formă de țevi portante pe care se agață plăcile de filtrare. Fiecare placă are în partea de sus și de jos câte două orificii care, după montare, formează un canal pentru berea nefiltrată. La margine se află așa-numitele plăci de capăt care, de asemenea, se termină cu câte un canal. Se deosebesc două categorii de plăci, care sunt legate cu canale diferite în partea de sus și de jos. În figura 9.7 sunt arătate cele două tipuri de plăci notate cu 1 și 2, acestea se montează alternativ.

Berea turbure este distribuită prin canalul 1, în placa de capăt, unde celelalte canale 2, se găsesc în poziție oarbă. Canalul 1, se află în partea de sus și cea de jos în legătură cu a doua placă (a), în care pătrunde berea, concomitent în partea de sus și cea de jos 3 și se distribuie pe ambele părți ale plăcii (a), canalele 4 ușurează distribuția berii. În continuare, berea trece printr-

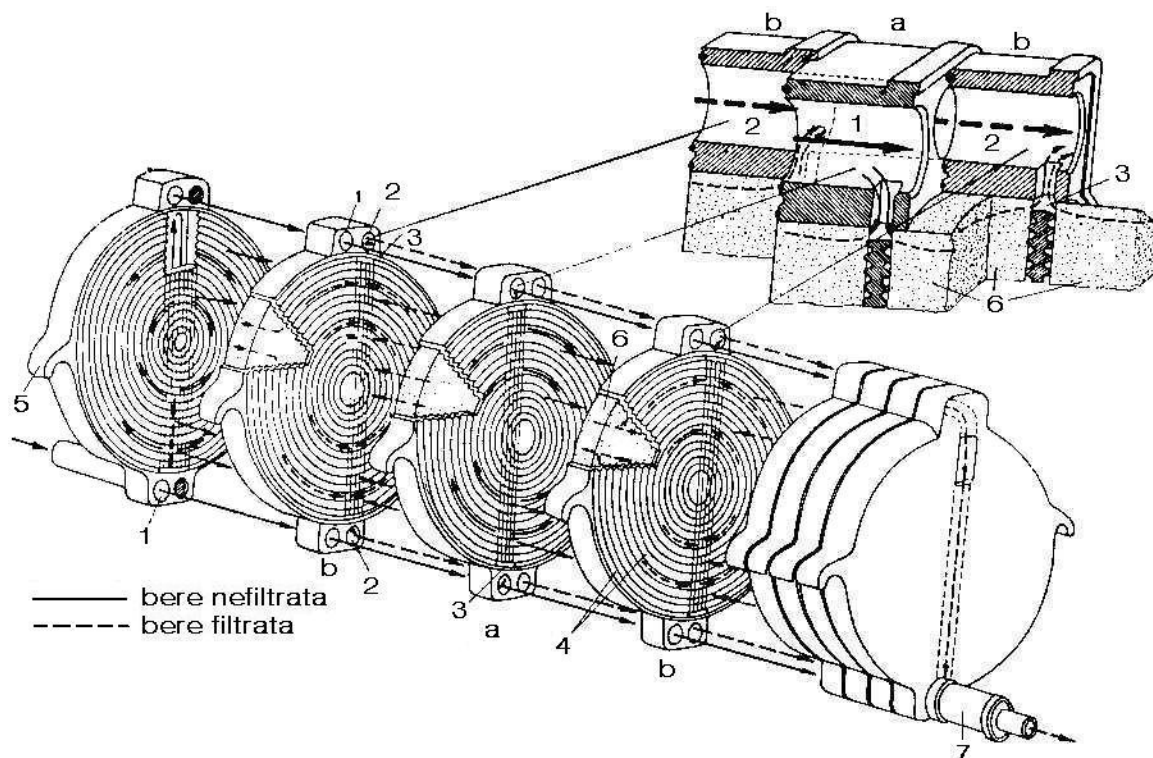


Fig. 9.7. Plăci de filtrare pentru instalații de filtrare cu masă:

- 1 - canal pentru berea nefiltrată; 2 - canal pentru berea filtrată; 3 - deschidere distribuitor,
4 - canale pentru repartizarea uniformă a berii; 5 - mâner pentru agățare; 6 - masă filtrantă;

o turtă și este colectată în canalele plăcii intermediare (b), care este în legătură cu celălalt canal în partea inferioară și cea superioară 2, din care se scurge berea limpezită. Din placa de ieșire berea limpede colectată din canalele 2, este evacuată din filtru.

În condițiile practice de filtrare se începe cu o suprapresiune de 0,5...1 bar, iar în decursul procesului, acesta crește la 2...3 bar. Fiecare turtă are o productivitate de cca. 2 hl/h. Se preferă cuplarea succesivă a câte două filtre în vederea realizării limpezirii grosiere și fine a berii.

10. STABILIZAREA BERII

Berea livrată în consum trebuie să-și mențină calitățile senzoriale un timp cât mai îndelungat. Instabilitatea berii în timp se poate datora;

- modificării gradului de dispersie a unor coloizi, creșterii moleculelor de coloizi, pierderii solubilității lor și apariției de suspensii care duc la turbureala berii;
- multiplicării unor microorganisme de infecție care, prin produsele de metabolism, produc turbureala berii și modificări nedorite de gust și miros;
- înrăutățirii în timp a aromei berii, denumită pierderea stabilității aromei sau „îmbătrânirea berii”.

10.1. Tipuri de turbureli ale berii

Berea rezultată după maturare este turbure și, în consecință, puțin aspectuoasă. Aceasta se observă, în special, la sorturile de culoare deschisă. Dintre substanțele ce provoacă turbureala amintim: combinații proteice, polifenolii, rășini de hamei, celule de drojdii, iar uneori și de alte microorganisme. În afară de înrăutățirea aspectului, substanțele de turbureală conduc la micșorarea stabilității berii.

De altfel, stabilitatea, independent de faptul dacă berea este păstrată în tancuri de maturare sau îmbuteliată, este limitată. Pe măsura învechirii berii se pierde limpiditatea, chiar și după o filtrare, generându-se apariția de cantități crescânde de sedimente, paralel cu înrăutățirea însușirilor senzoriale.

Turbureala la bere, deși nu întotdeauna aceasta indică o bere bolnavă, totuși ea apare. Limpiditatea este una din caracteristicile principale ale berii. Deoarece sunt o mulțime de factori care pot produce turbureală unei beri, este necesar să se stabilească natura turburelii pentru a lua măsuri de prevenire sau de remediere. În primul rând trebuie studiată finețea turburării punând puțină bere într-o eprubeta și privind prin transparență.

Astfel, se poate stabili dacă turbureala se datorează unor particule grosiere (care sunt în suspensie în berea limpede) sau unor particule foarte fine, care dau berii un aspect opalescent. Este necesar apoi să se filtreze berea printr-un filtru obișnuit: dacă filtratul obținut este limpede avem de-a face cu o turburare nu prea gravă, care, în fabricație, se poate remedia. În bere se disting două categorii de turburări :

- turburări biologice - datorate dezvoltării unor microorganisme în bere (drojdii, bacterii)
- turburări nebiologice (coloidale) - datorate floculării coloizilor din bere sub influența diverșilor factori.

Turburările biologice sunt provocate de microorganismele care au posibilitatea să se dezvolte în berea finită, așa cum sunt unele drojdii și bacterii. În berile infestate este necesar să se stabilească natura microorganismelor responsabile de turburare.

O parte din microorganisme nu se pot înmulți în berea normală, deoarece ele nu pot suporta pH-ul scăzut al berii, așa cum sunt, de exemplu, bacteriile butirice, sau pentru că nu pot suporta conținutul în alcool al berii, cum sunt termobacteriile, sau pentru că le lipsește aerul, cum sunt, de exemplu, mucegaiurile și cele mai multe bacterii lactice.

Infecțiile berii se datorează, în general, drojdiilor de cultură sau sălbatice, cât și bacteriilor lactice, care pot fi prezente sub formă de “lactobacili”. Se deosebesc astfel turburări produse de drojdiile de cultură și turburări produse de drojdiile sălbatice.

Drojdiile, ca toate microorganismele, pot să-și modifice forma lor în funcție de condițiile de mediu, astfel încât uneori nu este posibilă diferențierea între drojdiile de cultură și cele sălbatice. Pentru dezvoltarea drojdiilor în bere trebuie să se țină cont de doi factori: zahărul fermentescibil și oxigenul.

Din această cauză ca remedii împotriva turburărilor provocate de drojdii sunt : berea să fie

fermentată cât mai aproape de gradul final de fermentare și să se micșoreze pe cât posibil dizolvarea aerului în bere. Un alt remediu este pasteurizarea berii finite.

Tulburările coloidale se datorează coagulării coloizilor din bere sub influența diversilor factori cum ar fi: temperatura, pH-ul, agitarea, lumina, oxidarea, taninul, metalele grele, rășini din hamei, formolul, oxalatul de calciu, etc. În unele cazuri pot apărea tulburări care nu sunt de natură coloidală, așa cum este tulburarea care se produce datorită amidonului rămas nezaharificat.

După structură și particularitățile lor, tulburările coloidale s-au împărțit în mai multe categorii: tulburări la rece, tulburări albumino-tanice sau de oxidare, tulburări de metale, tulburări produse de formol, tulburări provocate de rășinile din hamei, tulburări provocate de oxalatul de calciu, tulburări datorită amidonului rămas și tulburări datorate sărurilor cuaternare de amoniu.

Tulburările la rece se produc atunci când berile sensibile la frig sunt puternic răcite. Tulburarea este constituită din particule foarte fine care sedimentează foarte greu și care dau un aspect voalat berii. Caracteristic pentru turbureala la rece este faptul că, prin încălzirea berii la 62°C, ea se solubilizează complet, berea redevenind limpede. La o nouă răcire, apare din nou, astfel încât a fost numită tulburare reversibilă. Prin încălziri și răciri repetate, ea devine ireversibilă, trecând în tulburare de durată (de oxidare).

Sandegren a găsit în trubul la rece, prin centrifugare, 60-65% substanțe azotoase cu greutate moleculară ridicată (30000), care provin din β -globulina, 35-40% substanțe tanante și numai 0,3% cenușă (care conținea puțin cupru și fier). Din această cauză aceste truburi se mai numesc și globulino-tanice. Identificarea truburilor la rece se face prin "proba încălzirii", care constă în încălzirea berii tulburi într-un mic balon Berzelius până la 62°C și compararea trubului cu o bere neîncălzită. Dacă turbureala scade cu creșterea temperaturii, înseamnă că avem de-a face cu un trub la rece (globulino-tanic).

Tulburările albumino-tanice sau de oxidare apar sub forma unor particule grosiere, insolubile la cald, tulburarea fiind însoțită de modificări de gust și culoare. Ea este de fapt forma oxidantă a trubului format la rece, fiind o combinație a taninului oxidat cu albumina. Trubul albumino-tanic conține cantități însemnate de sulf (circa 1,48%), ceea ce arată că proteinele din coloizi conțin sulf. Proteinele cu sulf se oxidează formând molecule mai mari care duc la apariția trubului de oxidare. Identificarea tulburării albumino-tanice se poate face prin adaos de NaOH.

Tulburările de metale (albumino-metalice) se datorează combinațiilor proteinelor cu metalele. Ele apar sub formă de voaluri, care nu dispar prin încălzirea berii.

Tulburările produse de formol se datorează urmelor de formol rămase pe aparatura, ca urmare a unei spălări superficiale după dezinfecție, care dă precipitate în bere prin combinarea lui cu antocianogenele din bere pe care le precipită.

Tulburările provocate de rășinile din hamei. Rășinile din hamei se găsesc în bere în soluție saturată. La răcire puternică sau la agitare, ele ies din soluție sub formă de picături infime și se adsorb pe coloizi, pe care îi aglomerează și îi precipită. Aceste turbureli survin atunci când, din cauza unui pH ridicat, nu s-au eliminat bine rășinile la fierberea mustului. Berea tulburată de aceste rășini se limpezește prin agitare cu eter etilic.

Tulburările de oxalați. Oxalatul de calciu, când se găsește în cantitate mare, poate provoca turbureala berii, deoarece ionii de oxalat se adsorb pe coloizi. Aceștia, cu timpul, își micșorează gradul de dispersie, iar ionii de oxalat se concentrează și formează centre de cristalizare în locurile unde soluția s-a suprasaturat cu oxalat. Depunerea cristalelor este împiedicată de

învăluirea lor cu coloizii, care se separă sub forma de flocoane. Cristalele se observă foarte ușor la microscop. Dacă se adaugă H_2SO_4 , se formează cristale de sulfat de calciu sub formă de ace. De obicei, oxalatul se depune sub formă de piatră pe suprafața aparatelor și conductelor.

Tulburările datorate amidonului ramăs nezaharificat. Aceste tulburări se produc când zaharificarea a fost incompletă. Ele apar sub forma unui voal lăptos, care se datorează dextrinelor superioare (amilo - și eritrodextrinele solubile în apă, dar insolubile în soluții alcoolice). Ele precipită pe măsura progresării fermentației.

10.2. Stabilizarea coloidală a berii

Este necesară îndeosebi în cazul berilor ce se pasteurizează, deoarece pasteurizarea accelerează apariția trubului în bere. Pentru a utiliza corect un anumit procedeu de stabilizare, este necesar să se stabilească precis cauza potențială a pierderii stabilității. Există două feluri de truburi, care pot provoca tulburarea berii: trubul la rece (reversibil) și trubul de oxidare (permanent). Apariția trubului în bere este cauzată de: creșterea temperaturii; oxidarea unor componente din bere; acțiunea catalizantă a unor metale grele; agitarea berii și datorită luminii. Formarea trubului se datorează producerii de complecși între compușii cu azot cu masă moleculară mare și polifenoli înalt condensăți. Trubul este format din 40-75% s.u. din substanțe cu azot și 15-35% s.u. din substanțe polifenolice.

Trubul la rece este cel format la răcirea berii la $0^{\circ}C$ și care dispare prin încălzirea acelei beri la $20^{\circ}C$ (trubul este reversibil).

Trubul permanent se formează în timp, din trubul la rece, sub influența factorilor mai sus menționați.

Pentru obținerea unei berii cu stabilitate mare în timp este necesară utilizarea unor metode de stabilizare, cum ar fi:

subrăcirea berii înainte de filtrare, care este o măsură tehnologică absolut necesară. Constă în depozitarea cel puțin 7 zile a berii răcite la $-2...0^{\circ}C$, pentru precipitarea trubului la rece;

modificarea complexității moleculelor precursorilor de trub prin tratarea berii cu preparate enzimatice, care conțin, de regulă, enzime proteolitice sau, uneori, și enzime glucanolitice. Cel mai frecvent tratament este cel cu papaină, în doze de 2-5 g/hL bere, cu 10-14 zile înainte de filtrare. Berea tratată cu preparate enzimatice, în mod obligatoriu, se pasteurizează. Se pot utiliza și preparate enzimatice imobilizate;

- tratarea berii cu agenți de stabilizare, produși insolubili, care rețin prin adsorbție precursorii ai truburilor. Stabilizatorii utilizați cel mai frecvent sunt:

- preparate pe bază de gel de siliciu care leagă polipeptidele cu masă moleculară peste 12.000, formatoare de trub. Acest preparat are acțiune foarte selectivă, nu adsoarbe alți compuși, având un efect foarte slab asupra compușilor cu azot implicați în formarea spumei. Nu înrăutățește plinătatea gustului berii. Se utilizează în doze de 50-150 g/hL și se adaugă la fermentarea secundară, înainte de filtrare, în rezervorul pentru suspensia de kieselgur sau în tancul tampon înainte de filtrare. Preparatele de gel de siliciu cele mai eficiente au granulația de 8-20 μm ;

- polivinilpolipirrolidona (PVPP), substanță de sinteză cu masă moleculară mare și structură tridimensională, care adsoarbe selectiv substanțele polifenolice, îndepărtând din bere unul dintre cei mai periculoși precursori ai trubului. Se adaugă în bere în cantitate de 30-50 g/hL bere. Se poate utiliza singură sau în combinație cu hidrogel în cantitate de 50-100 g/hl. PVPP se poate adăuga: în rezervorul pentru suspensia de kieselgur; în cartoane filtrante sau în instalații complexe cu stabilizare cu PVPP și filtrare în flux, cu regenerarea PVPP-ului.

Cartoanele filtrante produse de firma Enzinger Union Werke sub denumirea de cartoane Stabil-S conțin adaos de PVPP și asigură productivități ale filtrului de 4-8 hL/m², în funcție de gradul de stabilizare dorit. PVPP se poate regenera prin spălarea cartanelor, după filtrarea berii,

cu soluții de NaOH 0,3%. Ciclul de regenerare constă în: spălarea cartoanelor cu apă rece, apoi cu apă caldă (90°C), regenerarea cu soluție de NaOH 0,3%, clătirea cu apă caldă și apoi cu apă rece. În cazul stabilizării unei beri bine prelinpezite, cartoanele se pot regenera de 10 ori.

Instalația de stabilizare-filtrare în flux cu regenerarea PVPP, reprezentată schematic în fig. 10.1, include un filtru cu kieselgur cu site orizontale. Stabilizarea are loc prin filtrarea berii prin stratul de stabilizator. Regenerarea PVPP uzat se face în filtru cu ajutorul unei soluții calde de NaOH 1%, apoi stabilizatorul este spălat cu apă, neutralizat cu soluție 0,1-0,2% HNO₃, cu temperatura de 40...50°C, este clătit cu apă, sterilizat cu apă caldă și reîntors în vasul dozator al instalației de filtrare-stabilizare. La regenerare se pierde circa 2% PVPP;

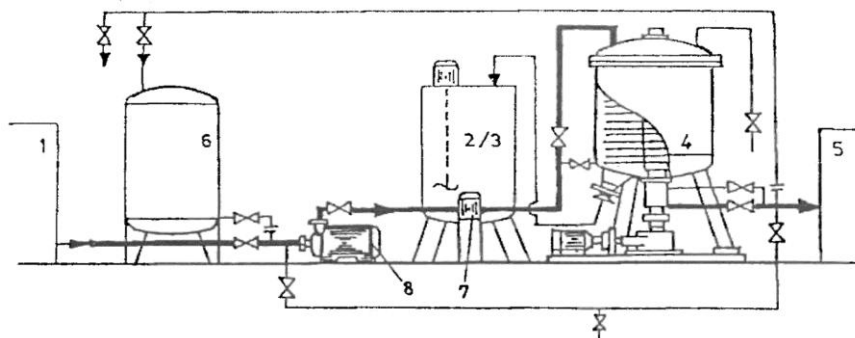


Fig. 10.1. Instalație de stabilizare a berii cu PVPP cu regenerarea stabilizatorului: 1 - tanc de bere nestabilizată; 2/3 - vas cu agitator pentru recuperare și regenerare PVPP; 4-filtru cu site orizontale pentru stabilizarea berii cu PVPP; 5-tanc de bere stabilizată; 6-tanc dozare PVPP cu evacuare în conducta de bere nestabilizată; 7-admisie PVPPregenerat în conducta de bere nestabilizată; 8 - pompă pentru bere nestabilizată

- tratarea berii cu substanțe antioxidante, care are drept scop legarea oxigenului dizolvat în bere și protejarea altor compuși susceptibili la oxidare prezenți în bere. Se utilizează:

-acidul ascorbic în cantitate de 2-8 g/hl, care poate compensa acțiunea oxigenului dintr-o bere care conține 0,5-1,0 mg O₂/L bere. Acidul ascorbic se adaugă în berea filtrată înainte de tragere.

reductonele, în cantitate de 25-35 g/hL bere, care se pot adăuga în bere la maturare;

glucoxidaza-catalaza, care formează un sistem enzimatic cu care se poate înlătura oxigenul din bere. Preparatul enzimatic este însă scump.

Stabilizarea aromei berii. După îmbuteliere, aroma berii se poate înrăutăți, ca urmare a creșterii cantității de compuși carbonilici, formați îndeosebi prin oxidare. Tratarea berii cu antioxidant încetinește procesul de formare a compușilor carbonilici.

10.3. Stabilizarea biologică a berii

Mustul de bere după fierbere și berea finită pot fi infectate cu microfloră străină provenită de pe utilaje, din aer, din cultura de drojdie, de pe materiale filtrante sau de pe ambalaje, în lipsa respectării măsurilor normale de igienă. Microorganismele de infecție ce pot altera berea sunt: drojdiile sălbatice (*Sacch. diastaticus*, *Sacch. pastorianus*) și bacterii (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus frigidus*, *Pediococcus damnosus* etc).

În condiții de igienă foarte severe, în funcție și de eficiența filtrării, berea obținută poate rămâne stabilă un timp mai lung sau mai scurt. Pentru a avea certitudinea unei stabilități biologice de ordinul lunilor, trebuie realizată distrugerea termică a microorganismelor sau îndepărtarea lor prin filtrare sterilizantă, urmată de umplere sterilă (aseptică).

10.3.1. Pasteurizarea berii. Importanța și necesitatea pasteurizării

Stabilitatea berii, este o noțiune care exprimă perioada de timp (în zile) din momentul îmbutelierii ei până la pierderea limpidității inițiale și formarea unei turbureli sau sediment. Stabilitatea este corelată și cu stabilitatea gustului care reprezintă însușirea berii de a-și păstra pe cât posibil nemodificat caracterul inițial pe care îl are imediat după îmbuteliere un timp cât mai îndelungat.

Berea livrată trebuie să aibă o stabilitate coloidală și microbiologică, pe lângă însușirile sale senzoriale apreciate de consumator: culoare, aromă (gust și miros), luciu caracteristic, spumare.

Cauzele ce conduc la modificarea calității berii sunt complexe, ele putând fii de natură coloidală sau biologică. Cele două tipuri de turbureli, coloidală și biologică se întrepătrund, interconționându-se și anume: o bere stabilă din punct de vedere coloidal își pierde din calitate în momentul apariției turburării biologice și invers. Noțiunea de stabilitate este direct determinată de cea de turbureală a berii.

Operația de pasteurizare are scopul să împiedice turburarea microbiologică și să prelungească conservabilitatea produsului. Rezultatele pasteurizării se apreciază prin examenul microbiologic înainte și după pasteurizare.

Odată cu creșterea populației globului, alimentele procesate au devenit indispensabile pentru hrana noastră zilnică. Companiile producătoare din industria alimentară acoperă această cerere uriașă de alimente procesate, respectând condițiile de procesare, depozitare, păstrare și comercializare, de la producător la consumatorul final, esențiale pentru siguranța alimentară. Controlul calității alimentelor este din ce în ce mai important, pe de o parte pentru a garanta consumatorului menținerea constantă a calității produselor cumpărate, iar pe de altă parte pentru posibilitatea controlului industrial al producției, materiilor prime precum și procesului de prelucrare. Companiile alimentare românești sunt interesate să producă alimente de calitate ridicată având ca scop exportul pe piața europeană.

Prin pasteurizare se înțelege tratarea termică sub 100 °C (sub punctul de fierbere) a produselor alimentare lichide, urmată de o răcire instantanee la temperaturi de 3±10 °C. Obiectivele pasteurizării sunt reprezentate de distrugerea bacteriilor patogene (obiectiv igienic, ce ține de siguranța alimentului) și de reducerea numărului de microorganisme până la nivelul standard (obiectiv tehnologic).

Distrugerea bacteriilor patogene se asigură la temperatura de 63 °C timp de 6 minute sau la 71 °C timp de 8 ...18 secunde. În aceste condiții (limite minime - critice pentru tratamentul termic), toate bacterii patogene sunt distruse. Pasteurizarea se realizează printr-un tratament termic în anumite condiții, care să asigure distrugerea în totalitate a florei patogene, când aceasta există, căutând să se influențeze cât mai puțin structura fizică a produsului, echilibrul său chimic și elementele biochimice: enzimele și vitaminele. În procesul de pasteurizare trebuie stabilite temperatura și durata, două elemente care se asociază pentru a obține eficiența dorită. Viteza de distrugere a microflorei depinde de regimul de încălzire – nivelul de temperatură, durata de menținere la temperatura dată, de gradul de agitare a lichidului. Eficacitatea încălzirii (termorezistența microorganismelor) depinde de o serie de factori: specia de microorganisme, stadiul lor de dezvoltare (forme vegetative sau sporulate); numărul inițial de microorganisme din produsul alimentar și compoziția chimică a acestuia. Pasteurizarea reprezintă un compromis între cerința distrugerii tuturor germenilor patogeni, nesporogeni și în procent de 98,5 - 99,9% a germenilor tehnologic nedoriți și cerința menținerii însușirilor nutriționale - gustative ale produsului.

Instabilitatea berii se datorează: modificării gradului de disperie a unor coloizi, ceea ce implică creșterea moleculelor, insolubilizare și apariția de suspensie, care conduce la turbureala berii; înrăutățirea aromei berii, ceea ce înseamnă pierderea stabilității aromei și apariția aromei de învechit (îmbătrânirea berii); multiplicări ale microorganismelor de infecție care, prin metabolizii excretați în bere, produc turbureli și modificări importante de gust și miros.

Pe parcursul operațiilor tehnologice (după fierberea mustului care face ca acesta să fie steril), berea se poate infecta cu microorganisme prin a căror dezvoltare în bere se formează

produși metabolic, care pot conduce la turbureala acesteia și la modificarea aromei. Prin urmare, instabilitatea microbiologică a berii este consecința, în principal a unei igienizări necorespunzătoare a tuturor aparatelor, utilajelor și instalațiilor, a spațiilor de producție, a operatorilor. Însă mai trebuie luate în considerare următoarele cauze: o supra solicitare a secției de filtrare; o diferență prea mare între atenuarea limită și atenuarea finală; introducerea de aer în bere, mai ales la umplerea recipientelor; depozitarea berii finite la temperaturi ridicate; agitarea recipientelor la depozitare, livrare.

Instabilitatea microbiologică mai poate fii provocată și de drojdiile sălbatice, precum și de bacterii, în principal lactice.

Turbureala microbiologică începe prin formarea unui sediment la partea inferioară a recipientului, după care berea devine ușor opalescentă și în final turbure, turbureală care este însoțită de apariția gustului și mirosului nedorit.

Pasteurizarea este metoda cea mai larg utilizată pentru stabilizarea biologică a berii.

Datorită faptului că berea are un pH scăzut, de 4,3-4,6, și microorganismele ce o pot afecta nu sporulează, pasteurizarea berii se poate realiza la un regim mai blând decât al altor produse alimentare. Pentru măsurarea efectului de distrugere a microorganismelor din bere se utilizează „unitatea de pasteurizare”, care corespunde efectului obținut prin încălzirea berii la 60°C, timp de 1 min. Dependența între temperatura de pasteurizare și timpul de pasteurizare este o funcție logaritmică, numărul de unități de pasteurizare, UP, obținut la diferite temperaturi fiind:

Temperatura, °C	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Numărul de UP	,14	,27	,52	,00	,9	,7	.2	4	7	2	00

Numărul de unități de pasteurizare se poate calcula și cu formula:

$$UP = D \cdot 1,393^{(t-60)}$$

în care:

D - este durata pasteurizării, în min; f - temperatura de pasteurizare, în °C.

Pentru siguranța pasteurizării este suficientă o pasteurizare echivalentă cu 14 UP, respectiv o menținere a berii timp de 14 min la temperatura de 60°C. În practică, pentru a avea certitudinea atingerii regimului de temperatură în așa-numitul „nucleu de frig” din sticla de bere (situat la 1,5 cm pe axul sticlei, deasupra fundului sticlei), se utilizează o durată de pasteurizare de 20 min la 62°C, ceea ce corespunde la 1,9 x 20 = 38 UP.

Pasteurizarea berii la regimuri mai intense poate înrăutăți calitatea acesteia, cu apariția unei arome asemănătoare pâinii, aroma de pasteurizare, închiderea culorii și micșorarea stabilității coloidale. Berile ce urmează a fi pasteurizate trebuie să aibă un grad de fermentare cât mai ridicat și să fie stabilizate coloidal. Pasteurizarea berii se poate face și la temperaturi mai mari de 72°C, dar un timp mult mai scurt, și anume -50 s, fără consecințe nedorite; acest regim poate fi realizat prin pasteurizarea berii în flux (flash pasteurization) cu ajutorul schimbătoarelor de căldură cu plăci.

În practică se pot utiliza următoarele procedee de pasteurizare a berii:

pasteurizarea berii în sticle, cu ajutorul pasteurizatoarelor-tunel;

pasteurizarea în flux (vrac) a berii cu ajutorul pasteurizatoarelor cu plăci, cu tragerea berii la rece, în condiții sterile sau cu îmbutelierea la cald a berii.

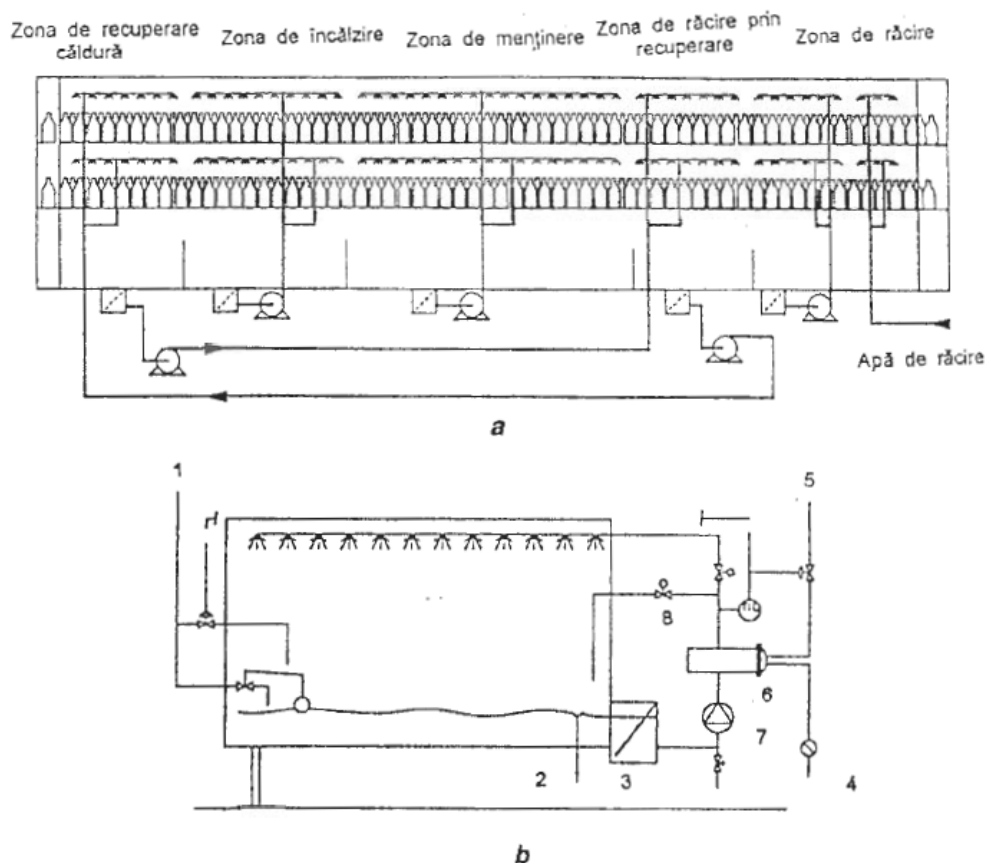


Fig. 10.2. Schema unui tunel de pasteurizare. a - secțiune longitudinală prin tunel; b - secțiune transversală: 1 - intrare apă rece; 2 - e-vacuare apă; 3-recipient colectare; 4- condensat; 5-abur; 6-schimbător de căldură; 7 - pompă; 8 - recirculare;

Pasteurizarea berii în sticle, în tunel de pasteurizare, se face după schema prezentată în fig. 10.2. Pentru reușita pasteurizării berii ambalate în sticle, este necesar ca temperatura apei de stropire să fie cu 5°C mai mare ca cea de pasteurizare. Creșterea temperaturii până la temperatura de pasteurizare trebuie să se facă încet, cu $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$, iar răcirea sticlelor cu bere pasteurizată cu $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, pentru a evita spargerea sticlelor. Tot în vederea evitării spargerilor, spațiul liber din gâtul sticlei trebuie să fie de 5% în volum. Creșterea presiunii în sticle în timpul pasteurizării, în funcție de spațiul liber din gâtul sticlei, este reprezentată în figura 10.3. Tunelul de pasteurizare este utilajul din secția de tragere a berii, cel mai scump, care necesită cel mai mare spațiu de amplasare ($3\text{-}3,5\text{ m}^2$ pentru 1000 sticle/h), cel mai mare consum de energie ($1,2$ milioane $\text{kJ}/1000$ sticle) și prezintă, de asemenea, riscul suprapasteurizării.

Pasteurizarea berii în flux („flash pasteurization”) se face în instalații de pasteurizare cu pasteurizator cu plăci (fig. 10.6). Pasteurizatorul pentru bere necesită un spațiu relativ redus pentru amplasare și asigură, prin modul de concepție, un coeficient de recuperare a căldurii de 97% din energia utilizată la pasteurizare. Regimul de temperatură poate fi foarte bine monitorizat. Berea iese din pasteurizator cu temperatura de 4°C și poate fi îmbuteliată fără probleme. Menținerea saturației berii în CO_2 , în timpul pasteurizării, se face cu ajutorul unei pompe de presiune înaltă, care asigură presiuni peste 12 bar. Cum circa 50% din microfloră străină este introdusă în bere în timpul tragerii berii în ambalaje, pasteurizarea în flux a berii nu garantează că asigură stabilizarea biologică a acesteia. Reușita pasteurizării în flux este condiționată de sterilitatea ambalajelor pentru bere și de igiena perfectă a aparatelor de tragere

Umplerea la cald a berii este o alternativă de stabilizare biologică a berii. Instalația de pasteurizare și îmbuteliere la cald este prezentată în figura 13.53. Instalația conține, în principal, un pasteurizator cu plăci în care berea este pasteurizată în flux la 68...75°C. Berea iese caldă din pasteurizator și este îmbuteliată în sticlele care ies, de asemenea, calde (40°C) din mașina de spălat sticle, clătirea lor făcându-se cu apă caldă. Pentru a menține saturarea berii în CO₂ la temperatură ridicată de îmbuteliere și pentru evitarea spumării sunt necesare presiuni de 8-10 bar.

Variația temperaturii berii în acest proces este următoarea: în mașina de îmbuteliat 72°C, în sticlă, 68...70°C, la capsulare, 62...65°C, la introducerea sticlei în ambalaj, 50...55°C. La umplerea la cald, spațiul gol din gâtul sticlei este mai mic decât la îmbutelierea la rece. Pentru a reduce absorbția de O₂ în bere, este necesar ca înaintea îmbutelierii să se evacueze aerul din sticlă și în ea să se creeze presiune cu CO₂. Deoarece berea este introdusă caldă în sticle, nu are loc o recuperare de căldură din berea pasteurizată, consumul de energie fiind mult mai mare decât la pasteurizarea în sticlă și anume de circa 10 000 kcal/hL bere.

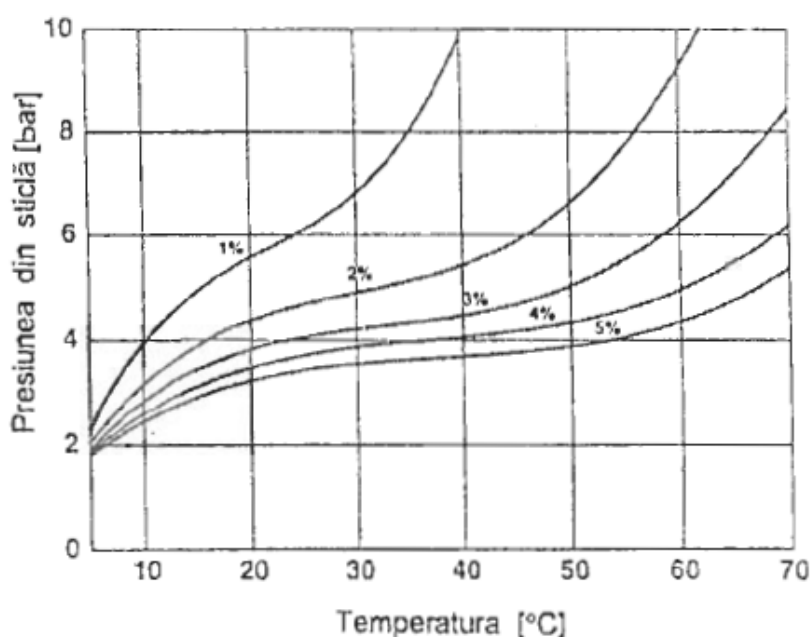
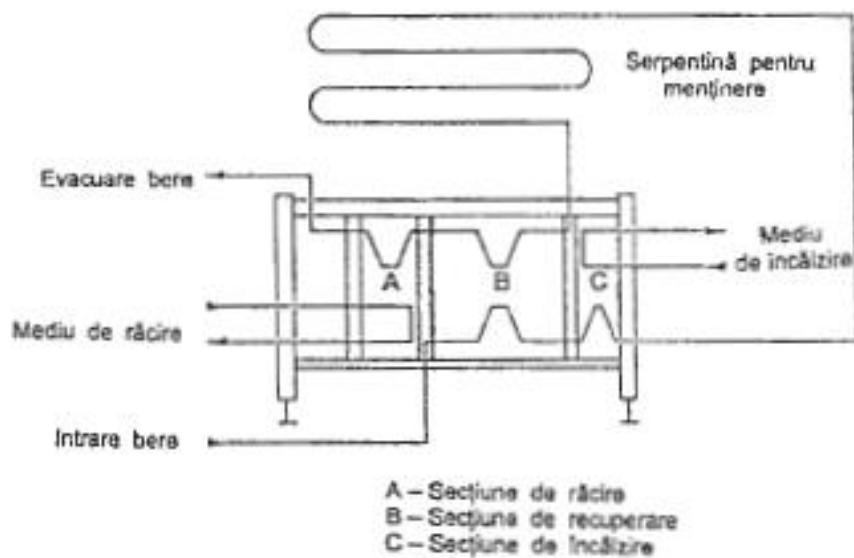
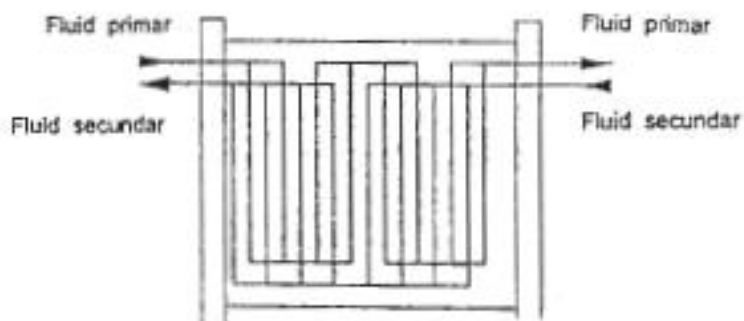


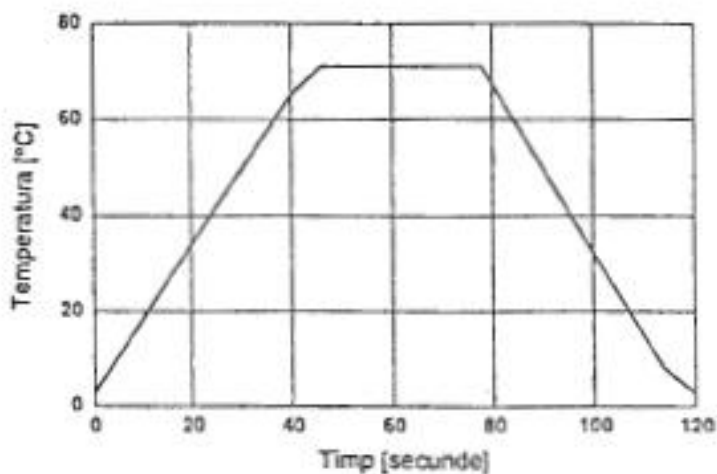
Fig.10.3. Variația presiunii din sticla de bere în funcție de temperatură.



a



b



c

Fig.10.5. Circuitul fluidelor într-un pasteurizator cu plăci: a - secțiunile pasteurizatorului; b - distribuția fluidului primar și secundar ia un pasteurizator cu plăci în configurație 4x2/2x4; c - diagrama timp/temperatură la pasteurizarea berii într-un pasteurizator cu plăci;

Principalele avantaje ale procedeeului sunt: un spațiu necesar pentru amplasare mic (față de pasteurizatorul-tunel) și o stabilitate biologică foarte bună datorită excluderii reinfecțiilor.

Procedeul are și serioase dezavantaje: înrăutățirea calității berii datorită rămânerii berii un timp mai lung la temperaturi ridicate; spargeri mari de sticle datorită presiunii mari la umplere și un consum mare de energie.

„Sterilizarea” la rece a berii. Deoarece tratamentul termic pentru stabilizarea biologică implică riscul înrăutățirii calității berii, îndepărtarea microorganismelor din bere se poate face prin filtrare sterilizantă. Se utilizează în acest scop filtrarea cu membrane filtrante și cu filtre cu module. Pentru reușita procedurii sunt necesare următoarele: berea să aibă o bună filtrabilitate, alegerea corectă a materialului filtrant, instalația de filtrare precum și sticlele să corespundă condițiilor igienice pentru îmbuteliere sterilă la rece. Filtrarea sterilizantă se face în instalații cu 3 sau 4 filtre cu module sau cartușe, cu dimensiuni descrescânde ale porilor. Berea supusă filtrării sterilizante este filtrată, în prealabil, în filtre cu kieselgur. Această metodă de stabilizare biologică este încă foarte costisitoare

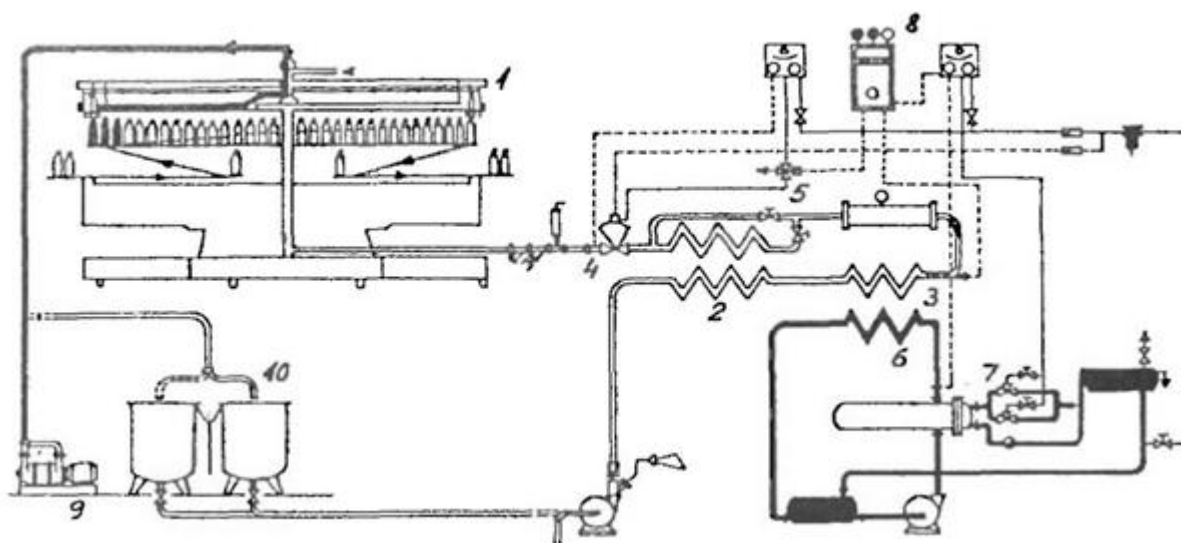


Fig. 10.6. Instalație de umplere la cald: 1 - mașină de îmbuteliat; 2 - preîncălzire bere; 3 - pasteurizare; 4 - regulator de presiune ia alimentare mașină îmbuteliat; 5-ventil; 6 - scțiimbător de căldură în contracurent pentru încălzirea apei; 7-regulator de temperatură și reglarea admisiei aburului; 8 - tablou de comandă; 9 - pompă de vid; 10 - rezervoare pentru soluție de spălare din instalația CIP

11. ÎMBUTELIEREA BERII

După filtrare berea este pompată în tancuri de liniștire ce servesc și ca recipiente tampon pentru instalațiile de îmbuteliere. Acestea sunt de tip metalic vertical, asemănătoare cu cele de maturare, cu deosebirea că sunt mai mici, nedepășind 100 hl.

Îmbutelierea se efectuează în butelii de sticlă, butoaie din lemn aluminiu sau oțel, cutii metalice, sau în recipiente din material plastic.

Tragerea berii în sticle reprezintă modul de ambalare predominant al berii. Sticlele de bere pot avea capacități de 330 ml, 500 ml, 700 ml și 1000 ml. Pentru a preveni apariția „gustului de lumină” în bere, sticlele sunt întotdeauna colorate în verde, dar mai ales în brun, aceste culori absorbind radiațiile cu lungimi de undă mici care catalizează formarea compușilor ce dau gust de lumină în bere.

11.1 Berea finită

Berea este o băutură alcoolică nedistilată, spumantă, saturată natural cu CO₂, cu gust și aromă caracteristice. Berea este un sistem coloidal.

Compoziția chimică a berilor variază în limite relativ largi, în funcție de tipul și de sortimentul de bere.

Cantitativ, principalele componente ale berii sunt apa, extractul și alcoolul etilic, alături de care, o mare varietate de compuși chimici contribuie la însușirile senzoriale și la valoarea nutritivă a berii.

Conținutul în alcool etilic este dat, pentru câteva sortimente de bere, în tabelul 11.1

Tabelul 11.1

Conținutul în alcool și extract al unor sortimente de bere

Sortimentul	Alcool % masic		Alcool % în volum		Extract aparent, %		Extract real	
	mediu	limite	mediu	limite	mediu	limite	mediu	limite
Bere blondă	3,8	3,3-4,5	4,9	4,3-5,8	2,4	1,5-3,4	4,2	3,4-5,0
Bere blondă de export	4,3	3,7-4,6	5,5	4,2-5,9	2,7	2,0-3,9	4,6	2,7-6,0
Bere „Pilsen”	3,9	3,4-4,5	5,0	4,4-5,7	2,3	1,5-3,7	4,1	2,9-5,6
Bere „Bock”	5,4	4,2-5,9	7,0	5,5-7,5	4,1	3,4-6,8	6,5	5,8-8,7
Bere dietetică	3,9	3,7-4,1	5,0	4,7-5,1	-0,1	-1,2-0,3	1,9	1,6-2,1
Bere fără alcool	0,3	0,0-0,5	0,4	0,0-0,6	5,3	2,0-2,7	5,5	2,9-7,6
Bere din grâu	4,0	3,5-4,6	5,2	4,5-5,9	2,4	1,8-3,7	4,3	3,7-5,3

Alcoolul etilic care rezultă din fermentația alcoolică reprezintă circa 1/3 față de extractul primitiv caracteristic acelei beri sau chiar mai mult, la berile cu grad mare de fermentare. Berile nutritive și cele brune, care au grad de fermentare mai scăzut, au un grad alcoolic mai scăzut.

Conținutul în extract al berii poate fi determinat și exprimat ca extract real sau extract aparent. Extractul real reprezintă totalitatea substanțelor nevolatile din bere, provenite din extractul mustului supus fermentării și care nu au fost asimilate sau fermentate de drojdie. Extractul berii este format în proporție de: 75-80% din hidrați de carbon (dextrine și foarte puțină maltotrioză); 6-9% compuși cu azot; 4-5% glicerina, (□-glucani, compuși minerali, substanțe polifenolice, substanțe amare, acizi organici).

Dextrinele au rol de coloid protector și contribuie la plinătatea gustului berii. Sunt asimilabile și contribuie la valoarea energetică a berii.

Substanțele cu azot, deși reduse cantitativ, joacă un rol foarte important asupra stabilității spumei berii, a plinătății gustului ca și asupra stabilității coloidale a berii. Cantitatea totală de azot prezentă în berea finită este de 900-1100 mg/L și se găsește în următoarele forme: azot coagulabil 18-20 mg/L; substanțe cu azot precipitabile cu MgSO₄, 130-160 mg/L; azot a-aminic liber 80-120 mg/L și azot formolic 160-210 mg/L.

Substanțele minerale au influență asupra calității berii, a valorii ei nutritive și dietetice. Berea conține 30-32 mg/L sodiu; 500-600 mg/L potasiu (cu rol diuretic și împotriva infarctului); 35-40 mg/L calciu (previne producerea infarctului); 100-110 mg/L magneziu (scade nivelul colesterolului, are acțiune benefică asupra activității cardiace); 300-400 mg/L fosfați (implicați în stocarea energiei în celule); sulfatați 150-200 mg/L; cloruri 150-200 mg/L; nitrați 10-80 mg/L, valoare inferioară limitei de 50 mg/L admisă în apa potabilă, ceea ce situează berea în afara limitelor de toxicitate stabilite pentru nitrați.

Extractul berii conține mici cantități de □-glucani (120-400 mg/L), circa 150 mg/L polifenoli totali și autocianogene în proporție de 5-70 mg/L. Polifenolii din bere provin 2/3 din malț și 1/3 din hamei. Polifenolii și anticianogenele cu moleculă mică au putere reducătoare mare, au acțiune bactericidă, influențează activitatea cardiacă, absorb fierul și magneziul.

Polifenolii cu indice mare de polimerizare sunt implicați în apariția tulburărilor coloidale în berea finită.

Vitaminele berii. Berea conține cantități importante de vitamine provenite din malț și drojdie, ceea ce îi dă acesteia o valoare nutritivă deosebită: vitamina B₁, (10-100 γ/L), vitamina B₂ (120-1300 γ/L), vitamina B₆ (300-900 γ/L), nicotinamidă (500-10000 γ/L), acid pantotenic (320-1100 γ/L), biotină (2,6-9,7 γ/L), acid folic (85-100γ/L), acid *p*-aminobenzoic (20-30 γ/L) și inozitol (20000-30000 γ/L).

Acizii organici, care se găsesc în cantitate de 300-400 mg/L, sunt acidul citric, malic, lactic, piruvic.

Substanțele de aromă, provenite din materiile prime (malț, hamei), formate în procesul de obținere a mustului și în fermentația alcoolică a mustului sunt reprezentate de alcoolii superiori (50-120 mg/L), acizi organici volatili (120-200 mg/L), esteri (20-70 mg/L), aldehide (5-10 mg/L), diacetil (sub 0,1 mg/L), acetoină (sub 3,0 mg/L), glicerina (1200-1600 mg/L). Majoritatea acestor compuși sunt volatili și contribuie pozitiv asupra gustului și aromei berii, în limitele menționate.

Indicii caracteristici ai berii. Acești indici se referă la:

- vâscozitatea berii, care variază între 1,5 și 2,2 cP, în funcție de conținutul de dextrine, gume și substanțe macromoleculare cu azot;
- tensiunea superficială, care variază între 42 și 48 dyne/cm și este influențată de conținutul în alcool și în substanțe amare din hamei;
- pH-ul berilor, care variază între 4,35 și 4,6. Valoarea lui este foarte importantă pentru gustul berii și pentru stabilitatea ei;
- potențialul redox care este în berea matură, la sfârșitul fermentației, de 8-10 unități de *rH* și poate ajunge după filtrare și ambalare la 15-20 unități, în funcție de cantitatea de oxigen ce se dizolvă în bere și de cantitatea de substanțe reducătoare pe care o conține. Un *rH* scăzut este foarte important pentru stabilitatea fizico-chimică, biologică și pentru stabilitatea gustului berii.

Valoarea energetică și nutritivă a berii. Organismul uman are nevoie să consume 2-3 l de apă zilnic, sub diferite forme. Berea, prin conținutul ridicat în apă (91-92%) și prin conținutul în elemente minerale, satisface senzația de sete și acoperă pierderile în oligoelemente care au loc prin transpirație.

Valoarea energetică a unei beri, cu concentrația în extractul primitiv de 12%, este de circa 450 kcal/L. Valoarea energetică se poate calcula, în funcție de concentrația în alcool (*a*) și de cea în extract real (*e_r*), cu formula:

$$V_e = (7,1 \times a + 4,1 \times e_r) \cdot 10 [\text{kcal/L}] \quad (11.1)$$

în care:

- V_e* - este valoarea energetică a berii, în kcal/L;
- 7,1 - valoarea energetică a 1 g alcool, în kcal;
- 4,1 - valoarea energetică a 1 g extract, în kcal.

Valoarea nutritivă a berii se datorează gradului mare de asimilare a substanțelor ce alcătuiesc extractul berii finite, conținutului ridicat în vitamine din grupul B și în substanțe minerale biologice active. Alcoolul etilic conținut în bere este aproape complet ars în organism, când cantitatea de bere ingerată este redusă. Cu cât berea este consumată mai încet, cu atât este mai redus conținutul de alcool din sânge. Asocierea consumului de bere cu consumul de alimente și prezența vitaminelor B în bere micșorează efectul negativ al alcoolului asupra funcțiilor ficatului. Prin conținutul în CO₂ și în substanțe amare din hamei alături de conținutul în alcool, berea are un efect de stimulare a secreției gastrice, contribuind la o mai bună digestie. Are acțiune diuretică, stimulează respirația, circulația și atenuază stresul și tulburările nervoase. Berea este o băutură igienică. Datorită pH-ului scăzut, conținutului în alcool și substanțelor amare din hamei, în bere nu se pot dezvolta și prin ea nu se pot transmite microbi patogeni.

Tipurile de bere. Berile sunt fabricate în mii de sortimente care, după culoare și drojdia utilizată la fabricarea lor, se pot clasifica în câteva tipuri principale.

După culoare, berile sunt: de culoare deschisă (blonde) și de culoare închisă (brune), cu nuanțe diferite în cadrul fiecărui tip.

După drojdia utilizată la fermentare se disting:

- beri de fermentație inferioară;
- beri de fermentație superioară.

în cadrul fiecărui tip se disting sortimentele de bere după concentrația în extract a mustului primitiv, după gradul de fermentare, după intensitatea gustului amar, după gust și aromă.

Berile de *fermentație superioară* sunt obținute prin fermentare la 15...25°C cu drojzii de fermentație superioară care produc cantități mai mari de produși secundari de fermentație decât drojdiile de fermentație inferioară, îndeosebi esterii. Au un gust și o aromă mai pronunțate de fructe și flori. Principalele beri de fermentație superioară sunt fabricate în Marea Britanie (Ale, Porter, Stout), în Germania (Beri din grâu = Weizenbier, Berea albă - Weissbier, Altbier, Köisch) și în Belgia (Lambic, Gueuze, Trappist, beri albe = White beers).

Berile de fermentație inferioară sunt fabricate numai în ultimul secol. Sunt cele mai larg fabricate, sub formă de beri filtrate limpezi, limpiditatea cristalină a acestor beri fiind principalul criteriu de calitate. Principalele tipuri de bere de fermentație inferioară, produse pe plan mondial, sunt prezentate în cele ce urmează.

Berile de tip Pilsen sunt caracterizate de extractul mustului primitiv de 11,5-11,7% și foarte rar peste 12%. Au conținuturi în alcool de 4,8-5,1% vol (3,8-4,1% masic). Culoarea berilor de tip Pilsen este de 5,5-7,0 unități EBC și chiar mai deschisă, deși berea de origine „Pilsen Urquell” are culori de 8-10 unități EBC și chiar mai intensă. Amăreala berilor Pilsen este de 25-30 BE, ele având totodată o aromă fină de hamei. O caracteristică a acestor beri trebuie să fie gustul amar fin și aroma fină de hamei.

Budweiser este al doilea tip important de bere de fermentație inferioară provenit din Cehia (Ceske Budejovice). Sunt beri cu un conținut în extract al mustului primitiv de 12%, cu un gust moale, catifelat. Sunt fabricate mult în Europa, dar au devenit apreciate și în S.U.A. (de Anheuser Busch Brewery).

„Lager beef” sunt beri îndeosebi de culoare deschisă, cele mai larg răspândite; sunt fabricate din musturi cu $e_p = 10,0-11,5\%$, cu hameiere moderată (18-23 BE) și cu o aromă discretă de fermentație. Sunt incluse în acest tip și beri brune, dar acestea sunt fabricate din musturi cu $e_p = 12,5-13,0$, au conținuturi mai mari de alcool (5,0-5,2% vol.), au o aromă de malț mai pronunțată și o aromă de fermentație mai intensă.

Berile de „export”, mult fabricate în Germania, sunt în general beri blonde, cu $e_p = 12,5-13,5\%$, un conținut în alcool de 4,8-5,9% vol (3,7-4,6% masic), cu 20-25 BE, culoare de 8-15 unități EBC, o aromă și un gust amar de hamei mai slabe ca la berile Pilsen.

Berile speciale sunt fabricate, de obicei, pentru un cerc mai restrâns de consumatori, cărora li se adresează în mod special: beri dietetice, beri nutritive, beri cu conținut scăzut în alcool și beri fără alcool

Berile dietetice sunt destinate, de obicei, diabeticilor. Sunt produse din musturi cu $e_p = 9,0-9,5\%$, au un grad final de fermentare de 99%, un conținut în alcool de 4,5-5,1% vol, un conținut în dextrine de 0,3-0,7%, un conținut în hidrați de carbon de 0,6-0,75 g/100 mL, și b valoare energetică de 280-340 kcal/L.

Berile nutritive sunt beri cu conținut redus în alcool (1,5%) sau fără alcool (sub 0,5%), cu un grad de fermentare, după sortiment, de 8-10% sau maximum 25-30%, cu $pH = 4,7-4,9$ și un gust amar slab corespunzător la 6-10 BE.

Berile cu conținut scăzut în alcool (1,5-2,5%) pot fi obținute prin două căi distincte:
-prin procedee tehnologice de frânare a fermentației (ca și în cazul berilor nutritive);
-prin îndepărtarea alcoolului format (prin distilare, evaporare în strat subțire, osmoză inversă, dializă).

Cea de a doua cale este utilizată, de asemenea, pentru obținerea berilor fără alcool, al căror conținut în alcool diferă cu legislația țării în care se consumă berea (0,5% în numeroase țări ca: Germania, Finlanda, S.U.A., Canada, sau 0,02% în țările Arabe). Berilor fără alcool li se impun condiții de calitate în ceea ce privește stabilitatea coloidală și însușirile senzoriale. În timpul îndepărtării alcoolului etilic, el însuși compus care contribuie la aroma berii, sunt îndepărtate și substanțe de aromă, ceea ce face ca aceste beri să difere din punct de vedere senzorial de berile normale. Există procedee de recuperare a substanțelor de aromă și de adăugare a concentratelor de aromă obținute în bere dealcoolizată.

11.2 Instalații folosite la îmbutelierea berii

În situația cea mai complexă, a îmbutelierii în sticlă cu linii de mare capacitate, acestea se compun din următoarele mașini sau instalații: *depaletizat navele, scos butelii din navele, spălat, umplut, închis butelii, pasteurizat, etichetat, introdus butelii în navele, paletizat și spălat navele*. La capacități mai mici pot apare numai mașini de spălat și de umplut-capsulat butelii de sticlă.

11.2.1 Depaletizarea și paletizarea navetelor

Se efectuează pe cale mecanizată în instalații de depaletizare a lăzilor deschise compartimentate (navetele), precum și în linii de paletizare cu funcțiune inversă. Ele se pretează numai pentru instalații de îmbuteliat de mare capacitate, uzual de peste 12000 butelii/h, productivitatea la care înlocuiesc câte doi muncitori.

Instalațiile de depaletizat și de paletizat navele se construiesc în două variante funcționale și anume: *prin formare de straturi și prin alcătuirea de stive*.

Formarea de straturi este de preferat în cazul folosirii de navele din material plastic, de dimensiuni uniforme. La utilizarea de navele din lemn, de înălțime mare, cu abateri de dimensiuni de câțiva centimetri, se preferă principiul de *paletizare în stivă*, cu prindere laterală cu cleme, deoarece stivele de palete din straturi ar fi instabile.

Sub aspectul acționării se disting instalații cu mișcare *sacadată* sau *continuuă*, comandate pe cale pneumatică, hidraulică sau mecanică. Funcționarea continuă poate fi asigurată numai cu acționare mecanică, celelalte permițând doar realizări de mișcări cadențate. Mișcările propriuzise pot fi realizate pe verticală, orizontală sau mixte.

Există instalații care ridică navele pe verticală, le deplasează pe orizontală și apoi le coboară pe verticală pe o bandă, sau cu un transportor cu role, în cazul depaletizării. Alte instalații realizează mișcări sinusoidale, cicloide, sau sub formă de alte curbe, în vederea reducerii nivelului de zgomot, deoarece nu sunt necesare trei deplasări succesive de la poziția zero, cu accelerare și frânare pentru fiecare ciclu de lucru. De asemenea se reduce consumul de energie. Mișcările sinusoidale asigură o ridicare sau o coborâre înceată, cu o scurtare a duratei unei cadențe.

La unele instalații s-a introdus sistemul menținerii stivei paletei la aceeași înălțime. Navetele, care vin sau pleacă, sunt aduse la înălțimea de operație cu ajutorul unui cap de încărcare-descărcare. Acesta este deservit de transportoare înclinate rabatabile, cu înălțimi variabile, în funcție de cerințele stivei, respectiv a stratului de navele, înălțimea reglându-se după dimensiunile navetelor.

O instalație de paletizat – depaletizat universală fabricată de firma KHS (Germania) este prezentată în figura 11.1.

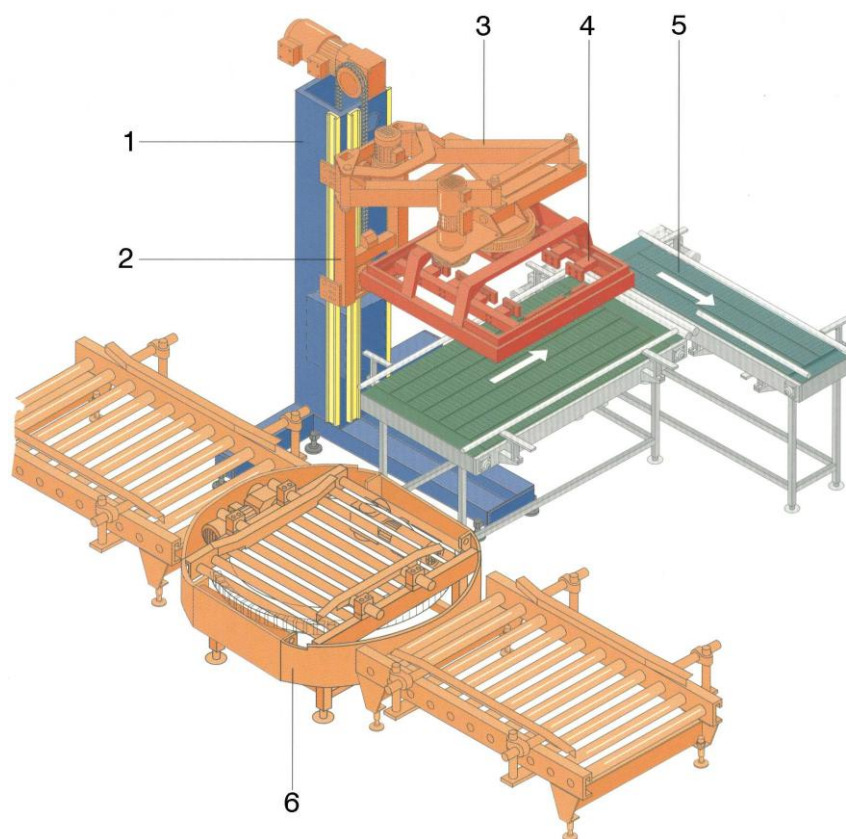


Fig. 11.1. *Instalație de paletizat tip Innopal*: 1 – cadrul mașinii; 2 – mecanism de ridicare; 3 – mecanism pivotant pentru capul de încărcare; 4 – dispozitiv de prindere; 5 - bandă transportoare; 6 – masă rotativă de poziționare a paletelor.

În funcție de capacitatea liniei de îmbuteliere, cadrul mașinii poate fi cu o coloană sau cu două coloane. Ridicarea paletelor se face prin intermediul unei transmisii cu lanț, transmisie acționată de la un motoreductor. Dispozitivul de deplasare pe orizontală poate executa o mișcare de pivotare sau o mișcare de translație, fiind acționat prin intermediul unui mecanism bielă manivelă de la un motoreductor.

11.2.2 Scoaterea și introducerea buteliilor în navete

Se realizează pe cale semimecanizată la liniile de îmbuteliere de capacitate mică de până la 3000 butelii/h și prin mijloace mecanizate și chiar automatizate la cele de mare capacitate. Se utilizează în exclusivitate tipuri de graifere (apucătoare) acționate pneumatic, hidraulic sau mecanic și care la capete posedă așa-zisele tulipe, cu mișcări asemănătoare cu cele ale desfăcerii florilor de lălele.

Dintre multitudinea de mașini de scos și introdus buteliile în navete, fabricate la ora actuală, în continuare este prezentată mașina rotativă *Innopack CR*. Din cauza echipamentului său adaptabil, *Innopack CR* (v. fig. 11.2), poate fi implementată în toate clasele de capacități din industria băuturilor. Caracteristic acestei mașini este traiectoria eliptică a capetelor de apucare a buteliilor. Sistemul de antrenare asigură mișcări fără șocuri și fără lovire a capetelor de apucare. Distribuția buteliilor se face fără presiune. Schimbarea setului de capete de scos buteliile din navete se face relativ ușor. Pentru o prezentare adecvată a produsului, mașina este echipată cu o instalație pentru alinierea automată a buteliilor din sticlă.

Traectoria capetelor de împachetare în timpul lucrului este prezentată în figura 11.3, iar gruparea buteliilor în rânduri strânse este prezentată în figura 11.4.

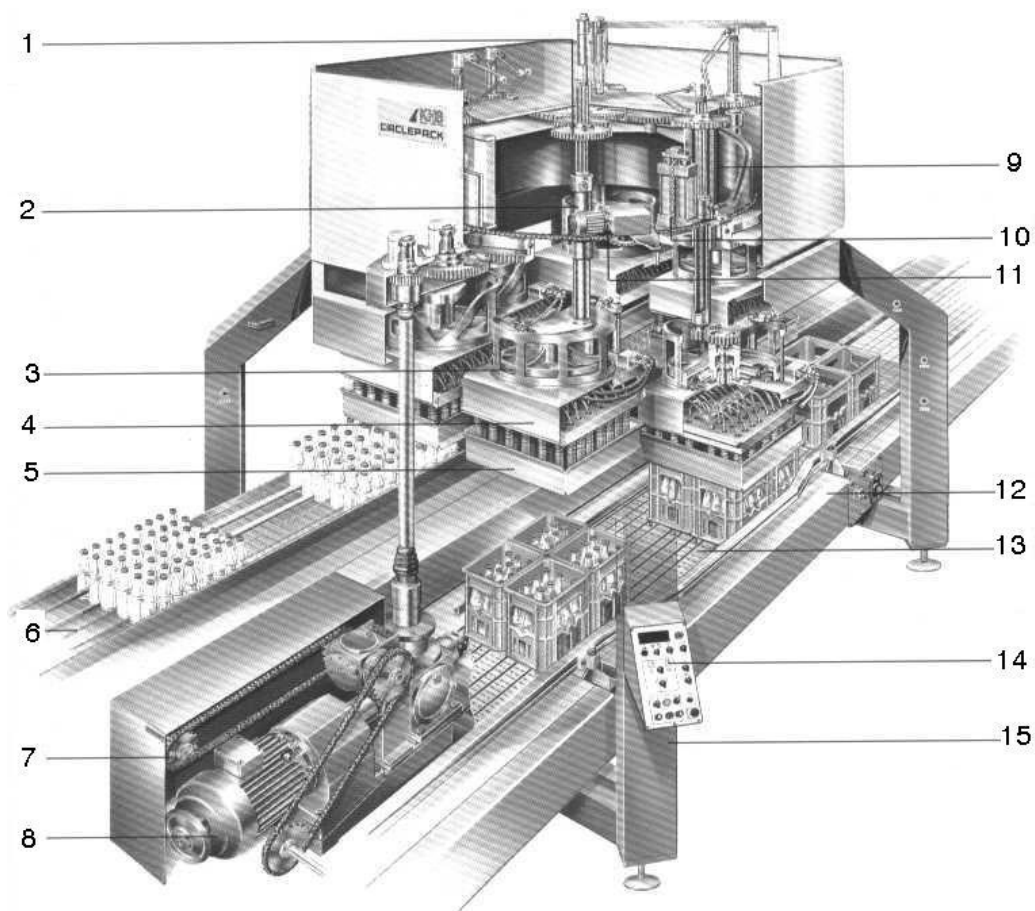


Fig. 11.2. Mașina de introdus butelii în navețe tip **Innopack CR**: 1 – transmisie epicycloidală; 2 – element de ridicare; 3 – camă cilindrică, ramă de centrare; 4 – cap de împachetare; 5 – ramă de centrare; 6 – bandă transportoare pentru butelii; 7 – sistemul de antrenare a mașinii; 8 – motor electric de acționare; 9 – camă cilindrică pentru capul de împachetare; 10 – sistemul de ridicare; 11 – motor electric de acționare a capului de împachetare în timpul întreruperilor; 12 – cadru de ghidare a lăzilor; 13 – bandă transportoare pentru alimentarea sincronă cu navețe; 14 – panou electric de comandă cu ecran pentru informații; 15 – batiu

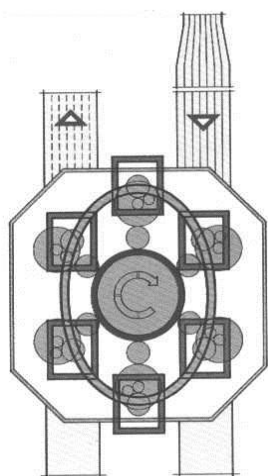


Fig. 11.3. Traectoria capetelor de împachetare.

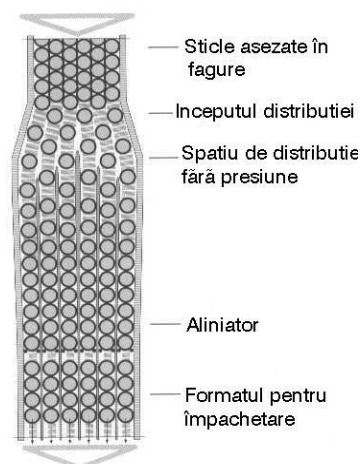


Fig. 11.4. Gruparea buteliilor în rânduri.

11.2.3. Mașinile pentru spălat butelii de sticlă

Urmăresc îndepărtarea murdăriilor, atât din interiorul, cât și din exteriorul buteliilor, a resturilor de bere și a etichetelor aderente.

Pentru asigurarea unei eficiențe corespunzătoare se procedează la o înmuiere preliminară, înainte de spălarea propriu-zisă. Buteliile din sticlă, nesuportând șocuri termice mari, necesită încălzirea în trepte. Acestea se realizează frecvent până la cca. 80⁰C, evitându-se salturi de peste 40⁰C, după care are loc răcirea buteliilor, de asemenea, în trepte. Acțiunea de curățire este favorizată în cazul administrării agentului prin pulverizare sub presiune, cât și prin alte acțiuni mecanice. În funcție de capacitatea mașinii și de eficiența de curățire urmărită, durata totală a procesului de spălare variază la mașinile uzuale între 5 și 20 min. Ținând cont de cele de mai sus cât și de alte cerințe ale curățirii eficiente se impun mașinilor de spălat butelii de sticlă, următoarele condiții:

- înmuierea cu apă de 30...35⁰C, trecerea treptată prin zone cu agent de curățire cu temperaturi de 35...40⁰C, 75...80⁰C, 30...35⁰C și apoi prin apă rece;
- eliminarea resturilor de bere din butelii înainte de tratarea cu agenți alcalini de curățire, fiindcă altfel apar depuneri care se îndepărtează greu. Din aceleași motive, se recomandă ca duritatea apei de spălare să fie de sub 5 grade germane;
- separarea băilor și asigurarea scurgerii buteliilor între acestea pentru a preveni murdărirea băilor de la o zonă la următoarea și diluarea soluțiilor de agenți de curățire.

Pentru satisfacerea cerințelor de mai sus se construiesc mașini de spălat de tip carusel, tambur sau tunel.

Mașinile moderne de spălat butelii de sticlă sunt de tip tunel, buteliile trecând prin acesta în rânduri de coșuri fixate pe bare, antrenate cu lanțuri. Coșurile pot fi metalice sau din material plastic. Intrarea și ieșirea buteliilor poate avea loc la același capăt al mașinii sau la capete opuse. În primul caz supravegherea funcționării este mai ușoară, iar în al doilea caz se pot realiza durate mai lungi de spălare, treceri prin mai multe băi și economii de agenți de curățire.

De cele mai multe ori la mașinile de tip tunel buteliile se aduc cu transportoare cu plăci, ajungând la o masă de distribuție cu plăci care asigură alimentarea pe câte un rând, corespunzător cu lățimea mașinii și cu numărul de coșuri. Printr-o ușoară basculare buteliile cad în locașurile coșurilor și sunt antrenate de acestea în diverse zone active ale mașinii. În primul rând are loc trecerea prin zona de golire a conținutului rezidual, după care, de obicei, buteliile ajung la șprițuire cu apă caldă de 40⁰C și apoi în prima baie de înmuiere cu leșie de 60...80⁰C. Durata de înmuiere este de până la 6 min. În continuare, buteliile sosesc în zona de șprițuire de înaltă presiune, respectiv de până la 4,5 bar cu leșie de 50...70⁰C și apoi, în cea de pulverizare cu apă caldă de 40⁰C la o presiune mai mică (de 2,5 bar) iar în final, cu apă rece la 1,5 bar. Șprițuirile au loc atât în exterior, cât și în interior.

În vederea măririi eficienței de curățire se preferă mașinile de spălat butelii de sticlă cu înmuiere în trepte. În multe cazuri, prima baie este alcătuită din apă caldă, iar următoarea conține și un agent de curățire. În felul acesta se protejează băile următoare de murdărire prematură. În mașinile cu două capete se amenajează până la cinci băi de înmuiere succesivă, în timp ce la cele cu un singur capăt există maximum două băi. Sub aspectul consumului de energie și al costurilor de întreținere mașinile cu multe băi și mai puține zone de șprițuire sunt mai avantajoase. În ultimul caz apare și un pericol mărit de formare de spumă și de încrustare a duzelor.

Mașinile cu mai multe băi au un consum mărit de apă proaspătă care poate depăși cu 20% pe cel al celor cu 1...2 băi, dar realizează economii de detergenți, asigurând în același timp un efect superior de curățire, măsură necesară în special în zonele cu climă caldă.

Pentru prevenirea antrenării de agent de curățire dintr-o baie în alta se realizează dopuri hidraulice. De asemenea, se iau măsuri pentru prevenirea reinfecției buteliilor în circuit de către vaporii din spațiul de deasupra băilor care pot fi purtători de germeni și pătrund dintr-o zonă în

alta. În acest scop se montează dispozitive de descețuire care, completate cu dopurile hidraulice previn formarea de ceață și pătrunderea de vapori dintr-o zonă în alta. La alte tipuri de mașini se folosesc pereți despărțitori adecvați ușor încălziți pentru prevenirea formării de condensări și eliminare dirijată a vaporilor din zonele de înmuiere. Fenomenul de respirație a buteliilor în contact cu zone reci reprezintă o sursă de infecție, astfel încât se iau măsuri ca să nu aibă loc răcirii intermediare a acestora în circuitul de spălare.

Cu toate inconvenientele duzelor, de degradare și încrustare rapidă, a operațiilor costisitoare de întreținere, a descentrării cu timpul, neasigurând sprijinirea în centrul geometric al buteliilor, ele au găsit o extindere și perfecționare treptată, deoarece permit realizarea de acțiuni mecanice puternice în urma șocului sub presiune pe pereții interiori și exteriori ai buteliilor.

Acțiunea de curățire a duzelor este direct proporțională cu forța exercitată care poate fi exprimată pe cale matematică prin relația:

$$F = m \cdot v$$

În care:

F este forța în N;

m – masa de lichid ce acționează în unitate de timp, exprimată în l sau kg/s;

v – viteza jetului în m/s.

Conform acestei relații acțiunea de curățire a duzelor prin jeturi poate fi mărită prin creșterea vitezei, sau a cantității de lichid sprijinit raportată la unitatea de timp. Cu o cantitate mare de lichid și presiune mică se realizează efecte similare cu cele ale unor cantități mici de agent de curățire la presiune ridicată. În ultimul caz, însă, se poate acoperi întreaga suprafață a fundului buteliilor, dar cu acționarea slabă pe suprafața laterală. Imediat după contactul cu fundul buteliei jetul își pierde eficiența, iar agentul de curățire se scurge sub formă de peliculă laminară de pe pereții sticlei.

Pentru a remedia acest inconvenient s-a introdus în mașinile moderne principiul pulverizării pulsante. Conform acestuia se administrează la anumite intervale cantități mari de lichid sub presiune, astfel încât forța totală de impuls ajunge la valori apropiate cu masa buteliei. Prin aplicarea de presiuni ridicate apar variații bruște ale acestora care cresc rapid până la un maxim și scăzând apoi puternic provocând o turbulență pe pereții interiori ai buteliei.

11.2.4 Controlul buteliilor goale

Se efectuează după spălarea buteliilor în vederea aprecierii gradului de curățenie cât și a eventualelor defecte pe care le prezintă buteliile, inclusiv spărturi. Controlul are loc asupra fundului buteliilor, corpului, gâtului, gurii și conținutului, urmărind a se detecta resturi de etichete, murdării interioare și exterioare, lichid rezidual în butelie, ciobiri la gură și diverse alte degradări mecanice, neuniformități de dimensiuni.

Inspekția vizuală, obișnuită în trecut nu mai satisface cerințele actuale, pentru o inspekție cu acuratețe, ochiul uman dovedind că este inadecvat pentru sistemele performante de astăzi. Liniile moderne de îmbuteliere de mare capacitate dispun de mașini speciale de control care urmăresc să elimine din circuitul buteliilor spălate cele necorespunzătoare.

La inspekții cu buteliile în flux, acestea sunt aduse pe o bandă cu viteză sincronizată cu cea a transportorului cu plăci ce pornește de la mașina de spălat butelii. Sub aceasta se găsește sursa de iluminare, iar porțiuni ale benzii sunt confecționate dintr-un material transparent. Sistemul optic-electronic al instalației este astfel conceput încât imaginea fundului buteliei este proiectată pe fotocelule. Impuritățile provoacă diferențe de tensiuni în fotocelule, care sunt interpretate electronic. Buteliile considerate necorespunzătoare sunt eliminate din flux.

Degradările de la gurile buteliilor se detectează pe principii de reflecție sau de difracție a luminii. În primul caz se iluminează gura buteliei cu o sursă de lumină incandescentă și lumina reflectată sub formă de inel este trecută la o serie de fotocelule care sortează pe principii electronice buteliile ce prezintă neuniformități și cioburi.

Controlul prezenței de resturi de lichid în butelii se efectuează pe principiul constantei dielectrice, care diferă între sticlă și lichid. Există și mașini care funcționează pe principiul absorbției radiațiilor infraroșii de către lichidul din butelie.

Pentru recunoașterea etichetelor de pe gâtul și corpul buteliilor există dispozitive cu fotocelule și interpretare electronică.

11.2.5 Umplerea și închiderea buteliilor de sticlă

Umplerea buteliilor de sticlă se desfășoară în condiții izobarometrice, respectiv de punere a interiorului buteliei sub aceeași presiune de gaz (aer sau bioxid de carbon) cu cea din spațiul deasupra nivelului de bere din recipientul de alimentare, cu evacuare treptată a gazului prin spațiul de deasupra nivelului de lichid din butelie, pe măsura umplerii acesteia. În consecință, butelia trebuie legată prin canale cu dispozitivele de echilibrare a presiunii de gaz, de umplere cu bere și de evacuare treptată a gazului, toate amplasate în același corp de umplere.

În execuția cea mai simplă, o mașină de umplut constă dintr-un dispozitiv de alimentare cu bere și organe rotative de umplere. La mașinile de capacitate medie și mare, buteliile spălate, aduse cu un transportor cu plăci, ajung la o steluță de alimentare continuată de un șnec de distribuție pe talere rotative de ridicare, amplasate circular. Acestea fixate pe pistoane sunt ridicate succesiv, fiecare taler cu câte o butelie în decursul rotirii până la organul de umplere, asigurând o legătură etanșă cu acesta. Prin rotirea în continuare se comandă succesiv operațiile de echilibrare a presiunii, umplerea propriu-zisă prin căderea berii din recipientul de alimentare în butelie și evacuarea concomitentă treptată a aerului. Înainte de terminarea unei rotații complete butelia este umplută și talerul coboară. Butelia ajunge la o steluță de evacuare, iar de acolo, pe un transportor cu plăci. Acesta poate duce butelia la agregatul de capsulare înglobat în mașină, sau separat.

În vederea reducerii conținutului de aer din bere s-au luat următoarele măsuri:

- înlocuirea aerului din butelie înainte de umplere prin introducerea de bioxid de carbon în butelie. În acest caz conținutul maxim de oxigen din gâtul buteliei este de 0,1 mg/l față de cca. 0,4 mg/l la mașinile de construcție clasică;
- injectarea de cantități mici de apă în gâtul buteliei după umplere. Se provoacă astfel o spumare cu evacuare de aer;
- mărirea temperaturii berii la umplere, astfel încât prin dilatarea acesteia se micșorează spațiul de aer;
- dotarea cu dispozitive de lovire a buteliilor, sub formă de ciocănele cu arcuri; prin lovire în timpul umplerii, se generează spumă, care îndepărtează aerul;
- legarea cu generatoare de ultrasunete care, de asemenea, provoacă formarea de spumă în timpul umplerii;
- micșorarea la minim a presiunii de umplere.

Măsura cea mai eficientă adoptată la instalațiile moderne de umplere constă în preevacuarea aerului din butelie și înlocuirea lui cu bioxid de carbon, precum și umplerea sub atmosfera acestui gaz la o suprapresiune de până la 2,5 bar.

În funcție de condițiile tehnologice de umplere, de modul de alimentare cu bere, de sistemul de ridicare a talerelor și de funcționare a organelor de umplere, mașinile de umplut butelii de sticlă se clasifică în mai multe categorii.

Închiderea buteliilor de sticlă. După umplere este necesară închiderea imediată a buteliilor pentru a preveni pierderi de bioxid de carbon și pătrunderea de oxigen în bere. Închiderea are loc prin capsulare, înșurubare sau alte tehnici de strângere a capacului. Cele mai cunoscute sunt sistemele de închidere cu capsule cu coroană, prin înșurubare sau alte tehnici de strângere a capacului. Cele mai cunoscute sunt sistemele de închidere cu capsule cu coroană. Mașinile de capsulat butelii de sticlă cu capsule cu coroană sunt prevăzute cu un distribuitor care le aduce deasupra dispozitivului de închidere. Acesta constă în cazul cel mai simplu (v. fig. 11.5), dintr-un buncăr de stocare a capsulelor în care se rotește un disc care le transmite succesiv pe un canal de culisare 1, unde sunt aranjate în poziție corectă. Un inel sau opritor cu tijă împiedică căderea capsulei 2, dar permite intrarea gâtului buteliei. Apoi butelia este ridicată și apăsată pe opritorul 3, acționat de arcul 5. Tija, respectiv capul de presare 6, apăsă de arcul 7, exercită o contrapresiune asupra buteliei ce este ridicată și presată spre suportul conic 4. Prin această presare coroana capsulei se strânge în jurul gâtului buteliei, asigurând închiderea ermetică. Apoi butelia este coborâtă și procesul reîncepe. Cele două poziții (I și II), cu butelia coborâtă și ridicată sunt prezentate în figura 11.5.

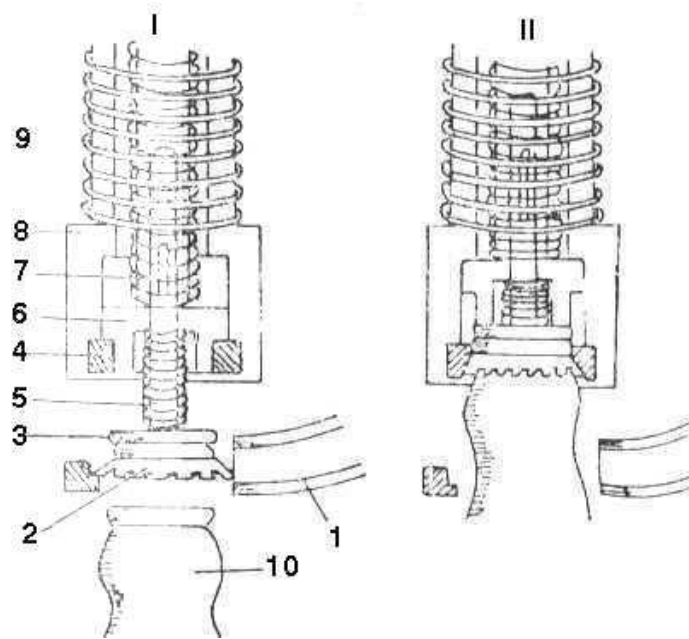


Fig. 11.5. Dispozitiv de capsulare cu inel de oprire: 1 – canal de culisare; 2 – opritor; 3 – sistem de apăsare; 4 – suport conic; 5 – 7 – arc; 6 – cap de presare; 8 – suport; 10 – butelie din sticlă.

12. COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

12.1. Introducere

Comunicarea este o abilitate foarte apreciată în ziua de azi. De cele mai multe ori, majoritatea dintre noi nu o percepem ca atare, pentru că ni se pare normal să comunicăm. Cine nu știe să comunice? A comunica presupune mai mult decât a transmite câteva informații. A comunica implică:

- alegerea unui anumit context;
- formularea corectă a întrebărilor;
- ascultarea interlocutorului;
- convingerea celuilalt și/sau „plăcerea de a comunica”;
- argumentare și respectarea dreptului la opinie;
- o anumită ținută și postură etc.

De ce este atât de important să comunicăm astfel încât ceilalți să ne înțeleagă? Pentru că modul în care comunicăm, calitatea procesului nostru de comunicare are impact asupra celor cu care interacționăm. Gândiți-vă ce reacție aveți atunci când stați de vorbă cu o persoană care face greșeli gramaticale, care intervine abuziv într-o discuție, care vă contrazice indiferent ce spuneți sau care vorbește numai ea. Și exemplele pot continua.

Comunicarea este o formă de relaționare, de schimb de informații, de cunoaștere și de interacțiune. Din acest motiv, și nu numai, prin comunicare ne definim, ne identificăm în fața celorlalți. În interacțiunile cu prietenii, clienții, șefii sau colegii, fiecare informație pe care o transmiteți spune ceva despre dvs. Iar pentru a fi siguri că imaginea pe care o transmiteți este impecabilă, comunicarea trebuie să fie la fel.

12.2. Niveluri de comunicare

Comunicarea are loc la mai multe niveluri, pentru că numărul de persoane cu care interacționăm și natura relațiilor pe care le avem cu ele diferă. Astfel, e normal să vorbim de comunicare interpersonală când vorbim „între patru ochi” sau comunicare publică atunci când avem de ținut o prezentare în fața unui auditoriu. Fiecare nivel de comunicare implică anumite particularități, motiv pentru care necesită tratări diferențiate.

Comunicarea se desfășoară la cinci niveluri distincte:

Comunicarea intrapersonală: este considerată de psihologi modalitatea prin care menținem echilibrul psihic. Gândiți-vă de câte ori nu v-ați surprins vorbind cu dvs. înșivă, cu voce tare sau în gând. Indiferent că e vorba de o analiză a unei situații, de anumite decizii sau lucruri la care ne gândim, de cuvintele sau întrebările pe care singuri ni le rostim, dialogul cu noi înșine ne ajută să ne evaluăm, să reflectăm și să ne judecăm. Este momentul în care suntem pe deplin sinceri.

Comunicarea interpersonală: mai este numită și comunicarea „de la om la om” sau „între patru ochi”, pentru că reprezintă dialogul dintre doi interlocutori. Este și cea mai frecventă formă de comunicare. Motivele pentru care comunicăm cu celălalt oferă încă teren de discuții pentru teoreticieni și psihologi.

Majoritatea dintre noi comunicăm pentru că dorim să transmitem un mesaj. S-a stabilit însă că există mai multe motive ale interacțiunii interpersonale:

- informativ: primul sens la care ne raportăm atunci când vorbim de comunicare este cel de a informa. Dar, așa cum vom vedea, comunicarea interumană este un proces mult mai complex;

- poziționare în raport cu celălalt: prin comunicare, orice persoană își asumă o identitate și se poziționează în raport cu celălalt actor al comunicării. În orice societate acest lucru se impune;
- influențare: comunicarea va fi mereu și o încercare de a influența, de a convinge, iar una dintre caracteristicile ei este aceea de a produce efecte. Ea urmărește să-l determine pe celălalt să creadă, să gândească sau să acționeze conform convingerilor noastre;
- relațională: prin comunicare interacționăm, legăm și consolidăm relații. Din comunicare poate reieși astfel natura relației pe care o avem cu interlocutorul;
- normativă: comunicarea nu se poate desfășura, fără ca interlocutorii să se poziționeze într-un sistem de reguli împărtășite și acceptate de ambele persoane. Aceste reguli pot exista sau sunt construite reciproc în timpul dialogului de către partenerii de comunicare.

Comunicarea de grup: aici, deja numărul persoanelor care participă la comunicare crește. Grupul presupune prezența mai multor persoane, dar nu mai mult de 11. Vorbim de comunicare de grup în cadrul familiei (cu mai mulți membri), între prieteni, la muncă. Dar anturajul este unul intim, în care comunicarea este lipsită de inhibiții. În cadrul grupului, prin comunicare se împărtășesc cunoștințe și experiențe, se iau decizii și se rezolvă probleme.

Comunicarea publică: numărul persoanelor poate fi mai mare, dar nu mai mic de 3. Distanța dintre cel care vorbește și auditoriu este mai mare. Comunicarea publică este o formă de discurs, de expunere sau prezentare, întâlnită în cadrul cursurilor, conferințelor, întrunirilor.

Comunicarea de masă: publicul este numeros, dar și variat. Este cazul mesajelor scrise, răspândite într-un sistem instituționalizat. Forme ale acestei comunicări sunt: presa, cărțile etc.

12.2.1. Modalități de comunicare

Așa cum există mai multe niveluri la care putem comunica, există mai multe modalități de comunicare:

Comunicarea scrisă: de cele mai multe ori comunicăm în scris doar atunci când ni se cere, pentru că, din economie de timp, alegem să transmitem oral mesajele. Forme ale comunicării scrise sunt: rapoartele, adeverințele, cererile, ofertele de preț, etc. Indiferent de forma de comunicare scrisă aleasă aceasta ar trebui să respecte câteva reguli de scriere:

- **Corectitudinea:** reprezintă respectarea normelor gramaticale, de punctuație și ortografie. Scrierea corectă transmite respect pentru cel care va citi mesajul. Corectitudinea vizează nu numai conținutul, ci și alegerea unei forme potrivite de corespondență. Nu veți trimite o prezentare de 50 de pagini pe e-mail, ci se va prefera tipărirea și trimiterea ei, pentru a fi ușor de parcurs;
- **Claritatea:** se referă la evitarea cuvintelor și exprimărilor care pot produce confuzii. Se vor evita cuvintele care pot avea mai multe înțelesuri, frazele lungi care sunt greu de citit și înțeles și termenii care nu sunt cunoscuți de cei cărora vă adresați;
- **Concizia:** cui îi place să citească pagini întregi care puteau fi exprimate la fel de bine în câteva paragrafe? Este, evident, o pierdere de timp. Pentru aceasta:
 - eliminați cuvintele care nu aduc plus de înțeles, ci sunt simpli „paraziți”, îngreunând comunicarea și înțelegerea propoziției. De exemplu, comparați: „în ce privește viteza de execuție acest dispozitiv este rapid”, cu: „dispozitivul este rapid”;
 - folosiți propoziții scurte;
 - grupați propozițiile în paragrafe, aerisite, pentru a fi mai ușor de parcurs.
- **Oficialitatea:** stilul unui act/document depinde de destinatar. Cu cât acesta va fi mai oficial cu atât și stilul va fi mai sobru, obiectiv și lipsit de orice încărcătură afectivă;

- **Politețea:** exprimări ca: „v-aș fi recunoscător”, „apreciez”, „vă mulțumesc”, „cu considerație” nu trebuie să lipsească dintr-un act/document oficial.

În cele ce urmează vom trata procedura de elaborare a unei cereri personale, întrucât această formă este cea mai întâlnită în mediul de lucru.

Cererea personală: este o scrisoare prin care cereți instituției unde sunteți angajați un anumit lucru. Indiferent că e vorba de o cerere de recomandare, cerere de concediu sau cerere de eliberare a unei adeverințe, forma este aceeași:

- Formula de adresare, prin care se menționează funcția persoanei căreia ne adresăm, ex: „Domnule director”;
- Textul cererii: introducerea începe cu câteva elemente specifice unei cereri: „Subsemnatul”, urmat de numele și prenumele dvs., locul de muncă, calitatea și motivul cererii;
- Încheierea: de obicei încheierea este sub forma unei formule de mulțumire: „vă mulțumesc anticipat”. În partea de jos a cererii nu trebuie să lipsească semnătura (dreapta jos) și data cererii (stânga jos);
- Adresarea scrisorii se face în subsolul paginii, ca o continuare a adresării inițiale, cu precizarea că acum se trece tot numele persoanei, însoțit de numele unității de care aceasta aparține. De ex.: Domnului Director al S.C. Comoptim S.R.L. Se vor evita prescurtări în formulele de adresare, de ex.: „d-lui”, în loc de „domnului”.

Comunicarea orală: este cea mai întâlnită formă de comunicare și cea mai veche. Prin comunicarea orală se transmit mai departe norme, reguli, conduite acceptate în societate, în grup sau mediul de lucru. Mesajele pe care le transmitem oral depind în mare măsură de persoanele cărora ne adresăm. Dacă ele sunt colegi, cuvintele alese țin de un limbaj nepretențios, cunoscut, putem spune chiar ușor „neșlefuit”. Gândiți-vă cum se schimbă situația dacă ne referim la șef sau la un client. Mesajul va căpăta un caracter formal, dat de natura relației pe care o avem cu interlocutorul. Diferența dintre formal și informal nu este specifică numai comunicării orale. În general, caracterul formal se referă la mesaje care circulă pe căi reglementate intern și care au legătură cu activitatea pe care o desfășurați. Caracterul informal vizează discuțiile pe care le aveți cu colegii, schimbul de păreri, impresii și orice informație care circulă neoficial.

Înainte de a comunica este important de stabilit nivelul la care comunicăm și modalitatea prin care alegem să transmitem informația. Ne adresăm unor persoane care abia s-au angajat, ne adresăm în scris sau oral, formal sau informal? Este decizia noastră, decizie care ne va influența mai departe în alegerea canalului de transmitere a mesajului, în modul în care codificăm informația.

12.3. Schema comunicării

În cea mai simplă formă a ei, comunicarea presupune transmiterea unui mesaj de la un emițător către un receptor. Dar dacă privim mai atent realizăm că sunt elemente fără de care o bună comunicare ar fi practic imposibilă. Vom trata toate aceste elemente separat.

Contextul de comunicare: tot ce facem se desfășoară într-un anumit context, de care nici comunicarea nu poate fi desprinsă. De ce este atât de important să ne raportăm la context atunci când comunicăm? Pentru că mesajul pe care îl transmitem este condiționat și influențat de contextul în care ne aflăm. De exemplu: nu îi veți reproșa unui coleg că a greșit ceva, când de față este și clientul. Acesta este doar un tip de context care ne poate influența, alte tipuri sunt:

- **Contextul fizic:** mediul în care se desfășoară comunicarea reprezintă contextul fizic. Sala, incinta, lumina, ambianța joacă un rol important în interacțiunea cu celălalt. Dispunerea

meselor într-o cameră, „ca la școală”, dă senzația unei lipse de interacțiune și deschidere în dialog. Altfel va influența comunicarea o așezare sub formă de cerc;

- Contextul cultural: se referă la normele, mentalitățile, valorile împărtășite de cei care relaționează. De obicei acestea sunt aceleași pentru fiecare cultură sau subcultură în parte;
- Contextul social și psihologic: statutul și relațiile dintre cei care comunică, natura relațiilor dintre ei. Altfel veți discuta cu un superior, cu un coleg sau cu aceeași persoană în mediul de muncă sau într-un magazin;
- Contextul temporal: reprezintă momentul în care este plasat mesajul. Gândiți-vă cum va părea un compliment dacă, imediat după, cereți o favoare persoanei căreia i l-ați adresat.

Emițătorul: este cel care declanșează comunicarea. Așa cum o spune și numele, emițătorul este persoana care transmite informația. Putem transmite informații atunci când râdem, când întârziem, ridicăm din sprâncene sau când rostim un salut.

Receptorul: este cel care primește informația transmisă de emițător. Atunci când comunicăm ne aflăm atât în ipostaza de emițător, cât și de receptor de mesaje. În momentul în care rostim un mesaj, suntem atenți și la impactul pe care acesta îl are asupra interlocutorului. „Culegem” mesaje cum sunt:

- mișcarea capului: știm că dacă sensul este de sus în jos, pe verticală, persoana ne aprobă;
- poziția corpului: dacă persoana se ridică, ar fi bine să încercăm să încheiem discuția pentru că mesajul este cât se poate de clar – interlocutorul vrea să plece;
- expresia feței: roșeața poate însemna, în funcție de context, că persoana este nervoasă, că s-a intimidat sau pur și simplu, poate temperatura din încăperea poate fi ridicată etc.

Mesajul: este informația (sentimentul, atingerea, mirosul, ideea, știrea) pe care o transmitem.

Codificare-decodificare: pentru a fi transmis, mesajul trebuie „îmbrăcat” într-o formă potrivită pentru a fi recepționat adecvat de către celălalt. Această formă este codificarea. De exemplu, mesajul: „Ai făcut treabă bună!”, poate fi codificat sub forma unei bătăi pe umăr, cu condiția ca și celălalt să aibă aceeași reprezentare a semnului. În măsura în care recunoaște mesajul, decodificarea (interpretarea) se face în momentul în care gestul este executat.

Canalul de comunicare: este mijlocul, calea pe care circulă mesajul. În comunicarea cu ceilalți folosim rareori un singur canal (vizual, olfactiv, auditiv, vocal). De cele mai multe ori intervin mai mult de două: ascultăm și vorbim; vorbim și gesticulăm.

Zgomotele: sunt perturbații, „paraziți”, care pot afecta transmiterea și receptarea corectă a mesajului. Aceștia pot fi:

- paraziți de natură fizică: zgomotul de afară, vocea din altă cameră, claxonul, sunetul unui telefon, hârtia șifonată etc.;
- paraziți de natură psihologică: erori de judecată, lipsă de deschidere, prejudecăți, experiența anterioară;
- paraziți de natură semantică: țin de interpretarea și sensul pe care noi îl dăm anumitor cuvinte.

Răspunsul (Feedback): prin feedback avem posibilitatea să evaluăm în ce măsură ceea ce spunem sau transmitem este înțeles corect de către celălalt. Feedback înseamnă un răspuns, o reacție prin care noi ne putem adapta mesajul. Astfel, funcțiile principale ale feedbackului devin: control, adaptare și reglare a comunicării verbale, dar și nonverbale.

Competența de comunicare: se dobândește în timp și presupune abilitatea de a comunica eficient, indiferent de situație.

Comunicarea nu se oprește la transmiterea mesajului. Ea începe în momentul în care dorim să transmitem ceva unei persoane sau unui grup. Înainte de a rosti anumite cuvinte sau de a face diverse gesturi, evaluăm contextul în care ne aflăm. Acesta ne influențează, putem spune chiar, că ne obligă, să ne adaptăm comportamentul și limbajul la situația de comunicare. În funcție de context, de persoana cu care comunicăm, de canalul de comunicare pe care îl alegem și de receptarea corectă a feedbackului, putem spune că am desfășurat sau nu un proces eficient de comunicare.

12.4. Bariere în comunicare

De multe ori ni s-a întâmplat să nu înțelegem ce ni se transmite, să constatăm că alții au înțeles cu totul altceva față de ce am transmis noi sau să ne surprindem că nu suntem atenți la persoana care vorbește. Toate sunt cauze sau efecte ale unei comunicări deficitare. În cele ce urmează vom învăța care sunt principalele bariere care intervin în procesul de comunicare, dar și în cel de ascultare și cum putem adopta cele mai bune tehnici de comunicare.

Nu întotdeauna comunicarea cu celălalt este așa cum ne-am dori noi. De multe ori apar o serie de bariere sau de interferențe. Comunicarea poate suferi la diferite niveluri (emittor, receptor, limbaj).

La nivelul emittorului și receptorului

- starea emoțională: emoția puternică poate duce la blocarea totală a comunicării;
- rutina: dacă ceea ce transmitem se desfășoară deja într-o manieră cât se poate de cunoscută celorlalți, comunicarea poate avea de suferit;
- imaginea de sine: o imagine de sine mai puțin favorabilă, afectează comunicarea (contactului vizual poate să lipsească, tonalitatea cu care este rostit mesajul poate fi una joasă, etc.);
- lipsa atenției: în funcție de contextul în care se desfășoară comunicarea, mesajul poate să ajungă sau nu la receptor (pe stradă trec foarte mulți oameni sau sunt mulți distractori, la birou sună telefonul etc.);
- egocentrismul: reprezintă manifestarea interesului doar pentru propria persoană. Astfel de persoane, egocentrice, vorbesc doar despre eul lor, casa lor, copilul lor... Rezultatul este ușor de anticipat. Ajung să vorbească singure, pentru că nimeni nu le mai ascultă;
- secretomania: la polul opus egocentricilor se află secretomanii. Aceștia refuză să împărtășească orice informație care îi privește și evită orice direcționare a conversației către discuții personale.

La nivel de limbaj

- neclaritatea: reprezintă tendința de a comunica neclar, cu multe sensuri secundare, de ex.: "Am venit cu o duzină dintre colegii mei";
- prea multe verigi intermediare: presupune transmiterea mesajului prin mai multe persoane, până ajunge la destinatar. Astfel, sensul mesajului poate fi distorsionat, iar punctele importante înțelese;
- generalizarea: se generalizează atunci când se trag concluzii greșite pe baza unor fragmente de informație. Putem să o recunoaștem atunci când sunt folosite cuvinte ca: "întotdeauna", "niciodată";
- suprainformarea: se intră în prea multe detalii, fără a oferi o imagine de ansamblu;

- jargonul: este un limbaj specific doar unor grupuri (sociale sau profesionale). Poate una dintre cele mai cunoscute situații de comunicare în care folosirea jargonului ajunge să blocheze dialogul este vizita la doctor.

12.5. Tehnici de comunicare

Tehnicile de comunicare sunt modalități, mijloace prin care noi putem interveni în procesul de comunicare pentru a ne asigura că interacțiunea cu celălalt este una eficientă și plăcută de ambele părți. Astfel de tehnici privesc atât comunicarea verbală, nonverbală, precum și partea de ascultare, căreia nu îi acordăm, de multe ori, importanța cuvenită.

Ascultați activ

- fiți atent la ce se discută, nu căutați să formulați răspunsuri, replici sau întrebări;
- evitați să presupuneți că știți ce urmează să vă spună celălalt;
- puneți întrebări pentru a vă clarifica, nu pentru a vă proba anumite argumente sau pentru a-l combate pe celălalt;
- chiar dacă nu sunteți de acord cu ce spune interlocutorul, ascultați-l până la capăt. Nu îl întrerupeți, este părerea lui;
- lăsați să treacă 2-3 secunde până să începeți să vorbiți. Astfel veți da ocazia celuilalt să își tragă răsuflarea și să se mobilizeze pentru a vă asculta;
- fiți imparțial, încercați să nu emiteți judecăți, să nu criticați sau să vă impuneți punctul de vedere;
- eliminați pe cât posibil distragerile, acordați celuilalt toată atenția dvs.;
- fiți empatic, transpuneți-vă în situația celuilalt și încercați să îi înțelegeți poziția;
- reformulați și puneți întrebări, astfel celălalt va observa că sunteți interesat și atent la ce vorbește;
- sumarizați din când în când ceea ce ați înțeles. În acest fel celălalt va vedea că sunteți interesat să rețineți corect informația.

Atenție la ascultarea nonverbală

- mențineți contactul vizual: uitați-vă cu interes la celălalt în timp ce vorbește. În acest fel îl veți asigura că sunteți implicat și alături de el în ce se discută, dar vă veți ajuta și pe dvs. „să nu rămâneți prins” cu atenția și gândurile pe alte lucruri din jur;
- păstrați o postură dreaptă: lăsați să se vadă din poziția corpului că sunteți interesat și angajat în discuție. Păstrați o postură dreaptă și puțin înclinată spre vorbitor. Atenție! Dacă vorbitorul stă în picioare, nu aveți voie să vă așezați;
- expresia feței: nu uitați că ceea ce simțiți și gândiți se reflectă mai departe în expresivitatea feței;
- gesturile: spun foarte mult despre dvs. Atenție să nu lăsați impresia că nu mai aveți stare, că sunteți plictisit sau iritat.

Faceți informația accesibilă

- nu oferiți mai mult de o idee în propoziție. Organizați-vă informația astfel încât să fie ordonată într-o manieră logică, care poate fi ușor urmărită;
- folosiți o exprimare pozitivă. Evitați folosirea verbelor la negativ sau a negațiilor;
- Folosiți în propoziții pronumele „eu”, persoana I, nu forme cum sunt: „se spune”, „se aude”, „unii cred”;
- Evitați cuvintele dificile sau greu de înțeles, expresiile străine sau jargonul.

12.5.1. Ascultarea activă

O definiție cât se poate de simplă ar putea fi aceea că ascultarea înseamnă receptarea a ceea ce ne transmite interlocutorul. Un bun ascultător însă este mai mult decât un simplu receptor de mesaje. Chiar dacă mulți avem impresia că a asculta este o stare pasivă: taci și ascultă ce spune celălalt, ascultarea activă presupune din contră foarte multă implicare. Ascultarea activă înseamnă atenție, formulare de întrebări, poziționare corespunzătoare, empatie, respect față de ce are celălalt de spus, etc. Ea este decisivă pentru a construi o relație. Ascultând, percepem și încărcătura emoțională pe care o are mesajul. În calitate de ascultători este necesar să acordăm atenție sentimentelor și atitudinilor transmise prin mesaj.

Dacă o persoană simte că este ascultată vom observa că și deschiderea ei în comunicare va fi alta. Cui nu-i place să fie ascultat, să vadă că celălalt confirmă și e de acord cu ce spune, că îl completează și e atent la discuție?

O mai bună ascultare vă va ajuta:

- să îl înțelegeți mai bine pe celălalt
- să vă cunoașteți mai bine interlocutorul
- să vă înțelegeți mai bine cu persoana cu care interacționați
- să aflați toate informațiile de care aveți nevoie

Cel mai important lucru în ascultare este empatia și abilitatea de a pune întrebări. Empatia poate fi definită ca fiind capacitatea de a simți ceea ce simte altă persoană. Înseamnă să vă puteți pune „în pielea celuilalt”, să gândiți și să simțiți din poziția lui. Cum puteți face asta?

- Evitând evaluarea sau critica
- Înțelegând gândurile și comportamentul prin întrebări

În momentul de ascultare atitudinea trebuie să fie una degajată și relaxată, pentru a induce o stare de confort celuilalt. Pentru a-l asigura pe celălalt de toată atenția dvs., feedbackul este obligatoriu. Cu toate acestea, mai intervin probleme și în ascultare, cum sunt:

- egocentrismul: persoanele egocentrice nu ascultă până la capăt, întrerupând vorbitorul, se gândesc la ce vor spune, nefiind atente la informația care se transmite;
- supraîncărcarea cu mesaje: prea multe informații care vin din prea multe direcții. Dacă în timp ce discutăm cu șeful, ne sună telefonul, la care nu putem răspunde, atenția va scădea;
- grijile: o problemă care ne macină ne va scădea disponibilitatea de a asculta;
- gândirea rapidă: creierul poate procesa cca. 450 cuvinte/minut, iar vorbitorul pronunță normal cam 150; restul de timp poate fi ocupat cu alte gânduri;
- neîncrederea în informația transmisă sau chiar în persoana cu care discutăm poate duce la o ascultare deficitară;

Formularea de întrebări trebuie să se facă ținând cont de anumite principii de formulare. Pentru a fi înțeleasă și pentru ca dvs. să primiți răspunsul pe care îl așteptați, o întrebare trebuie să fie:

- scurtă: atenția ascultătorului e limitată. Până apucați să terminați întrebarea, persoana poate uita deja ce ați spus anterior;
- clară: simplificați atât cât să nu omiteți aspecte importante. Evitați să transmiteți sau să cereți mai mult de o informație în întrebare;
- relevantă: de câte ori nu vi s-a întâmplat ca oamenii să pună întrebări care nu au nici o legătură cu subiectul discutat. Sentimentul transmis nu este foarte plăcut. Urmăriți ca

fiecare întrebare să aibă legătură cu ceea ce se discută pentru a nu da impresia că sunteți dezinteresat sau că vreți să schimbați subiectul;

- neutră: nu încercați să influențați interlocutorul prin modul în care puneți întrebarea sau prin construcția ei;
- pozitivă: urmăriți mesajul transmis de cele două întrebări care se referă la același lucru și totuși transmiteți mesaje diferite:
 - Cum îi putem determina pe angajați să muncească mai bine? (probabil vă gândiți la penalizări, pedepse)
 - Cum putem să facem ca angajații să aibă performanțe mai bune?
- deschisă: încercați să obțineți mai mult decât un simplu „da” sau „nu” de la celălalt. De multe ori aceste răspunsuri nu sunt suficiente pentru a vă lămurii. Așadar urmăriți să formulați întrebări deschise.

Comunicarea cu celălalt nu se desfășoară întotdeauna așa cum ne dorim. Intervin așa numitele bariere, atât în transmiterea mesajului, cât și în receptarea lui. Barierele se pot întâlni la nivelul emițătorului/receptorului (egocentrismul, secretomania, starea emoțională, etc.), dar și la nivelul limbajului (suprainformarea, prea multe verigi intermediare, generalizarea, etc.). Cunoașterea acestora ne ajută să le putem identifica atunci când apar și să putem interveni.

Procesul de comunicare este eficient atunci când putem vorbi de o relație activitate-activitate. Acest lucru înseamnă că nu numai emițătorul este activ, ci și receptorul. Empatia și formularea de întrebări sunt poate printre cele mai importante modalități de a asculta activ.

12.6. Comunicarea nonverbală

Surprinzător sau nu, prin nonverbal transmitem mult mai multă informație decât verbal. Comunicarea nonverbală înseamnă: gestică, mimică și postură. Este important de cunoscut semnificația pe care anumite mesaje o au pentru că în funcție de interpretarea lor corectă putem acționa corespunzător. De exemplu: dacă atunci când transmiteți unui coleg niște cerințe, veți observa că acesta se încruntă, atunci poate ar fi cazul să îl întrebați dacă are nelămuriri cu privire la ce i-ați comunicat. Totuși, interpretarea comunicării nonverbale nu trebuie generalizată, pentru că există mesaje care trebuie interpretate numai prin raportare la context.

Gesturile: majoritatea dintre noi gesticulăm ca o modalitate de a însoți nonverbal cuvintele pe care le rostim. De multe ori ne ajută: arătăm în direcția care ne interesează, descriem obiecte, lucruri folosindu-ne de mâini etc. Cele mai cunoscute gesturi sunt: cel de plictiseală (ducerea mâinii la gură), cel de nelămurire (clasicul scărpinat în cap), concentrare (mâna sprijină fruntea), uimire (mâna freacă bărbia) etc.

Mâinile și picioarele

- gesturile ample arată patos, grandoare
- gesturile repezite indică agresivitate
- gesturile mărunte sunt un semn de modestie, simplitate

Mișcările capului

- capul ușor înclinat arată ascultare cu interes
- clătinare de sus în jos este semn al înțelegerii
- clătinare de la stânga la dreapta indică dezaprobare

Postura: ne oferă informații despre noi și implicarea în procesul de comunicare (atitudine, apropiere față de persoana cu care vorbim). De regulă, atunci când o persoană vorbește și stă în

picioare, poziția noastră „o va copia” pe cea din fața noastră. Dacă vorbim cu niște colegi, atunci așezarea ia, de regulă, forma unui cerc.

Mimica: cel mai important element aici este contactul vizual și zâmbetul. De obicei atunci când vorbim cu cineva, o foarte mare parte din timp, privirea noastră este ațintită asupra ochilor și trăsăturilor feței. Majoritatea dintre noi preferă o față expresivă, care să comunice, decât una pe care nu o putem citi și ne induce astfel, un oarecare disconfort. Atenție la câteva semnale:

- Zâmbetul poate fi o manifestare a bucuriei sau a jenei;
- Mimica poate arăta încruntare, mânie, surpriză sau neplăcere;
- Contactul vizual este necesar în comunicare, dar nu mai mult de 60-70% din timp, pentru că riscați să iritați persoana. În schimb, un contact foarte redus este un semn de distanță mare între interlocutori;
- Privirea într-o parte poate indica lipsa interesului.

Comunicarea verbală poate fi valorizată sau din contră poate avea de suferit din cauza comunicării nonverbale. O gestică potrivită cu ceea ce discutăm, o postură dreaptă și încrezătoare, o privire caldă și un zâmbet plăcut sunt „mici trucuri” care ne vor ajuta oricând în comunicarea cu șefii, colegii, clienții sau prietenii.

12.7. Munca în echipă

În mediul de lucru, ne desfășurăm activitatea de multe ori în echipă, dar și individual, în funcție de sarcinile pe care le avem de îndeplinit. Deci formarea echipei depinde de îndeplinirea unei sarcini comune, care necesită mai multe persoane. Cel mai obișnuit grup este cel format din mai mulți subordonați și un șef căruia aceștia îi dau socoteală. Îndeplinirea sarcinii depinde în aceste condiții de mai mulți factori cum sunt: caracteristicile oamenilor care formează echipa, interacțiunea, relațiile și rolurile pe care le stabilesc între ei, dar, nu în ultimul rând, de rezolvarea situațiilor conflictuale.

O echipă se construiește de regulă pentru că se dorește rezolvarea mai eficientă, mai rapidă a unei sarcini, pentru care este nevoie de implicarea mai multor persoane. Dar oare mai mulți oameni strânși împreună se pot numi ”echipă”? Cu siguranță nu. Echipa trebuie să îndeplinească simultan mai multe caracteristici:

- dimensiunea grupului: specialiștii spun că mărimea optimă este în jur de 5-12 persoane. Dacă grupul depășește acest număr apar diverse probleme: interacțiuni limitate între toți membrii grupului (vom comunica doar cu cei pe care am ajuns să îi cunoaștem), “biserițe”, fenomene de atragere și respingere, comunicare deficitară (informația nu va ajunge la toți membrii echipei), etc.;
- sarcina comună: diferența dintre un grup și o echipă stă tocmai în înțelegerea și însușirea a ceea ce are fiecare de rezolvat. În echipă, membrii se raportează la obiectivul sau sarcina pe care toți o au de realizat, gradul de cooperare este mult mai mare și relațiile mai strânse. În acest caz pierderea unui membru afectează considerabil echipa. Orientarea către același scop oferă oamenilor o mai mare implicare și angajament;
- completare reciprocă: mai multe persoane dau echipei mai multe lucruri valoroase. De la fiecare se așteaptă să contribuie cu calitățile și abilitățile proprii în rezolvarea sarcinii. Mai multe persoane nu numai că oferă mai multe puncte de vedere, dar și dețin niveluri și cunoștințe diferite care nu fac decât să ajute prin diversitate;
- Încredere: o echipă bine construită și care funcționează eficient va fi una în care relațiile sunt de deschidere, comunicare și încredere între membrii.

Legătura dintre comunicare și munca în echipă este foarte importantă. O comunicare eficientă stă la baza unei bune funcționări. Imaginați-vă ce s-ar întâmpla dacă nimeni nu ar ști ce face celălalt, dacă două persoane ar munci la aceleași lucruri, dacă ar interveni schimbări de planuri și doar o parte dintre membrii ar fi la curent cu ele, etc. Comunicarea și interacțiunea depind de stadiul în care este echipa. Este normal ca într-o echipă abia formată orientarea spre comunicare să fie mai scăzută. Pentru aceasta vom discuta în continuare care sunt stadiile formării unei echipe.

12.7.1. Stadiile unei echipe

Nicio echipă nu funcționează bine imediat. Este normal, pentru că membrii, chiar dacă se cunosc, se poate să nu mai fi lucrat până atunci împreună. Echipa va da randament doar după ce anumite stadii sunt parcurse:

- **Formare:** în acest stadiu membrii încearcă să își răspundă la o serie de întrebări: „Care este scopul nostru?”, „Ce voi face eu?”, „Ce vor face ceilalți?”, etc. Este o etapă de tatonare și de cunoaștere;
- **Răbufnire:** în acest stadiu apare deseori conflictul. Exprimarea părerilor sub formă de critică, nerespectarea dreptului la opinie fac să apară, de cele mai multe ori, conflictul;
- **Normare:** membrii rezolvă problemele apărute și ajung la un acord cu privire la respectarea unor norme comun acceptate. De abia din acest moment începe să se vadă performanța;
- **Funcționare:** membrii lucrează bine, sarcinile pe care și le-au propus sunt duse la îndeplinire. În această etapă echipa devine foarte unită. Toți colaborează pentru atingere obiectivului;
- **Destrămare:** durata de viață a unei echipe este variabilă. Ea depinde de natura sarcinii de lucru. Dacă sarcina este mai complexă și presupune o durată mai mare de timp pentru îndeplinire, atunci și echipa va funcționa pentru mai mult timp. În momentul în care echipa și-a atins scopul, ea se destramă.

12.7.2. Roluri în echipă

Rolurile sunt poziții în cadrul echipei pe care membrii și le asumă. Rolurile nu sunt, și nici nu trebuie orientate numai pe sarcină. Și latura afectivă a echipei este importantă, adică orientarea pe relație.

Rolurile orientate pe relație: în cadrul echipei trebuie să existe o anumită atmosferă. Este bine cunoscut faptul că ne place să ne simțim bine și să ne înțelegem cu oamenii cu care lucrăm. Comunicarea deschisă contribuie la formarea sentimentului că aparținem unei echipe și că suntem acceptați de ceilalți. Astfel de roluri sunt:

- **Susținătorul:** laudă ideile și contribuțiile altora, dând dovadă de prietenie
- **Armonizatorul:** mediază diferitele conflicte dintre membri, găsind puncte comune între păreri diferite
- **Eliberatorul de tensiuni:** folosește glumele și umorul pentru a reduce tensiunea
- **Energizantul:** îi motivează pe ceilalți pentru a depune un efort mai mare
- **Confruntatorul:** îi confruntă direct pe cei cu comportamente neproductive

Roluri orientate pe sarcină: astfel de roluri ajută ca fiecărei persoane să îi revină câte o parte din ceea ce este de făcut.

- **Deschizătorul de drumuri:** identifică modul de îndeplinire a sarcinii
- **Căutătorul de informații:** pune întrebări, solicită opinii

- Constructorul: construiește pe ideile exprimate de alții; oferă exemple
- Time keeper-ul: se ocupă ca membrii echipei să se centreze pe sarcini în timpul alocat
- Monitorul: verifică progresul și înregistrează rezultatele obținute
- Realistul: verifică dacă ideile prezentate au aplicabilitate practică; ancorează comentariile în realitate
- Legiuitorul: ajută la aplicarea regulilor și menținerea standardelor
- Sintetizatorul: combină ideile și sumarizează punctele de vedere ale echipei, ajutând membrii să înțeleagă concluziile la care s-a ajuns

12.7.3. Medierea conflictelor

Diversitatea este bună dacă ne gândim la puncte de vedere diferite, calități și abilități variate, eforturi concentrate. Dar diversitatea poate duce și la apariția conflictelor. Majoritatea conflictelor izbucnesc din cauza faptului că există mai multe păreri. Nu uitați că fiecare este liber să se exprime. Din ce alte cauze pot apărea conflicte:

- Diferențe personale: percepții diferite, sisteme de valori diferite, experiențe diferite, nivel de implicare, obiective și priorități, etc.
- Comunicarea și modul de relaționare: înțelegeri diferite ale aceluiași mesaj, ascultare săracă, lipsa comunicării/a unei comunicări deschise, intervenții agresive în discuții, etc.
- Structurarea activităților: resurse limitate, atribuirea de roluri și responsabilități, etc.

Cum putem media un conflict?

- Identificați sursa de conflict
- Clarificați sarcinile de îndeplinit
- Propuneți obiective acceptate în egală măsură
- Nu vă transformați în arbitru, ajutați doar să se ajungă la un acord
- Încurajați găsirea unei soluții pe cale amiabilă

Nu uitați

- Diferențele de opinie trebuie discutate într-o manieră deschisă
- Confruntarea trebuie orientată spre sarcină, nu pe persoană
- Atmosfera este bine să fie una de suport și de încredere, în care să nu existe sentimentul că sunt persoane care „stau degeaba” și altele care fac toată treaba
- Pentru a nu apărea conflictul cauzat de lipsa unor informații, comunicarea trebuie să existe atât pe orizontală (între colegi), cât și pe verticală (cu șeful). Atenție la pericolul „filtrării” informației. Evitați să stabiliți dvs. ce este important ca o persoană să știe. Oferiți toată informația pe care o aveți și lăsați persoana să rețină ce consideră ea relevant. Altfel, riscați să omiteți chiar informația de care ea avea nevoie

Munca în echipă este inevitabilă la locul de muncă. Toți am muncit până acum măcar o dată împreună cu alte persoane la o sarcină. Sunt meserii unde accentul este pus mai mult pe munca individuală, iar în altele pe munca în echipă. Cu toate acestea, cunoașterea propriului rol, a propriilor resurse este punctul de plecare în integrarea într-o echipă. Pe lângă aceasta, medierea situațiilor conflictuale oferă avantajul consolidării relațiilor în cadrul echipei și a rezolvării pe cale amiabilă a neînțelegerilor. Totul pentru a ajunge la performanță.

13. IGIENA ÎN UNITĂȚILOR PENTRU FABRICAREA BERII

13.1. Proiectarea spațiului de producție și a instalațiilor pentru utilități

Unitățile de producție pentru fabricarea berii trebuie amplasate și menținute astfel încât să se prevină contaminarea. Atunci când se decide localizarea unităților de producție alimentară trebuie luate în considerare toate potențialele surse de contaminare.

Unitățile de producție vor fi localizate departe de:

- zonele poluate și de zonele industriale care pot fi surse de contaminare;
- zonele cu pericol de inundație în cazul în care nu sunt luate măsuri de protecție adecvată;
- zonele cu pericol de infestare;
- zonele în care deșeurile lichide sau solide nu pot fi efectiv îndepărtate.

Atunci când se proiectează o fabrică de bere se va ține cont de complexitatea procesului tehnologic și de numărul de sortimente.

Amplasarea trebuie să țină seamă de asigurarea unei cantități mari de apă potabilă. Clădirile și anexele utilizate pentru producția de bere trebuie proiectate, construite și menținute astfel încât să se prevină contaminarea.

La amplasarea unităților producătoare de bere trebuie evaluate activitățile desfășurate în zonă din punct de vedere al gradului de contaminare.

Clădirile și anexele utilizate pentru producția de bere nu trebuie să permită pătrunderea în interior a contaminanților.

Terenul din jurul unității trebuie menținut astfel încât să se evite infestarea cu dăunători.

Clădirea unităților producătoare de bere trebuie să permită desfășurarea în bune condiții a operațiilor și proceselor precum: depozitarea materiilor prime, procesarea, fabricarea, ambalarea și depozitarea produselor finite. Aceste spații trebuie separate prin sisteme de închidere, prin amplasamente diferite sau prin orice altă metodă eficientă.

Fluxurile materiilor prime, procesului tehnologic, produselor finite, personalului și echipamentului prin unitate trebuie să fie cât mai liniar posibil.

Rampele pentru recepția materiilor prime și auxiliare cât și pentru livrarea produselor finite vor fi proiectate la nivelul platformelor auto și vor fi orientate în vederea protejării de factorii climaterici.

Orice încăpere în care se desfășoară procesul de producție precum și încăperile în care sunt depozitate ingredientele, ambalajele, produsele semifabricate sunt considerate ca făcând parte din spațiul de producție.

Pentru construcția spațiului de producție destinat berii nu trebuie utilizate materiale absorbante și cu rezistență scăzută la umiditate mare.

Proiectarea spațiului de producție trebuie realizată astfel încât să se evite contaminarea încrucișată și să se poată efectua și să se mențină curățenia. Structura internă a spațiului de producție trebuie să fie din materiale rezistente, ușor de curățat și de întreținut și acolo unde este necesar de dezinfectat.

Trebuie îndeplinite următoarele condiții:

- suprafața pereților și podelelor;
- trebuie să fie din materiale impermeabile, netoxice;
- pereții trebuie să aibă o suprafață netedă ușor de curățat și de dezinfectat acolo unde este cazul;
- podelele trebuie să permită curățenia și drenajul;
- plafoanele trebuie construite și finisate pentru a preveni contaminarea;
- ferestrele trebuie să fie ușor de curățat, și astfel construite încât să prevină contaminarea;
- ușile trebuie să fie cu suprafețe netede, neabsorbante, ușor de curățat și unde este necesar de dezinfectat;

- suprafețele de lucru care intră în contact direct cu alimentul trebuie să fie rezistente, ușor de curățat, de menținut și de dezinfectat.

Suprafețele interioare (pereți, tavane, podele) trebuie să fie netede, ușor de curățat și igienizat.

Podelele trebuie construite din materiale cu suprafețe care pot fi ușor de curățat, fără crăpături și care trebuie menținute permanent în bune condiții. Suprafețele podelelor trebuie să fie impermeabile rezistente la substanțe chimice la care sunt expuse și să fie sigure la mers atunci când sunt umede, unse sau uscate.

Podelele trebuie să aibă o ușoară înclinație către guri de scurgere prevăzute cu sifoane.

Podelele trebuie menținute fără acumulări de apă și microorganisme în special în colțuri și în zonele de sub echipament și materiale.

Defectele podelei trebuie reparate cât mai repede posibil cu materiale compatibile cu podeau originală în vedere a prevenirii contaminării.

Suprafața pereților trebuie construită, finisată și menținută astfel încât să se prevină contaminarea (condensare, dezvoltarea mucegaiurilor, acumularea murdăriei). De asemenea, suprafața pereților trebuie lipsită de rafturi și de alte atașamente.

Îmbinările perete - podea, perete-tavan, trebuie rotunjite astfel încât să se prevină acumularea murdăriei.

Tavanele, plafoanele trebuie proiectate, construite, finisate și menținute astfel încât să se prevină contaminarea. Acolo unde sunt prevăzute plafoane false trebuie să permită curățarea, menținerea și întreținerea lor în vederea prevenirii accesului dăunătorilor.

Ușile trebuie proiectate, construite, finisate și menținute astfel încât să se prevină contaminarea.

Acolo unde ușile externe trebuie ținute deschise pentru manipularea materiilor prime și ambalajelor trebuie luate măsuri de prevenire a pătrunderii dăunătorilor.

În cazul în care ferestrele care se deschid în spațiul de producție au fost proiectate din sticlă, acestea trebuie protejată contra spargerii.

Tocurile ferestrelor trebuie fixate astfel încât să se prevină intrarea insectelor. Pervazul ferestrelor trebuie să fie înclinat pentru a preveni acumularea murdăriei.

În cazul în care ferestrele sunt proiectate pentru a asigura ventilația aerului trebuie să fie proiectate contra pătrunderii dăunătorilor.

Echipamentul și utilajele trebuie proiectate și amplasate astfel încât să satisfacă scopului propus și să nu contamineze produsul.

Amplasarea echipamentelor și utilajelor trebuie realizată astfel încât:

- să funcționeze în concordanță cu scopul intenționat;
- să permită întreținerea și curățenia;
- să faciliteze practicile de igienă și de monitorizare;
- să asigure desfășurarea procesului tehnologic într-un singur sens.

Echipamentele, ustensilele și instrumentele de măsură care intră în contact cu băuturile răcoritoare trebuie să fie confecționate din materiale netoxice care să nu contamineze produsul.

Amplasarea echipamentelor de procesat și ambalat beret trebuie realizată astfel încât să se permită accesul din toate părțile pentru curățenie, la cel puțin 50 cm distanță față de perete. Toate grinzile din jurul echipamentului trebuie să aibă secțiune tubulară pentru evitarea acumulării mizeriei și facilitarea curățeniei și reducerea riscului de infestare. Echipamentele montate pe podea trebuie instalate pe fundații rezistente din materiale neabsorbante, ușor de curățat.

Tancurile de stocare trebuie să fie acoperite corespunzător și acolo unde este cazul trebuie să fie echipate cu filtre.

Echipamentele și instrumentele pentru control trebuie să fie eficiente și adecvate pentru scopul pentru care au fost proiectate. Acestea trebuie supuse operației de calibrare cu o anumită periodicitate. Echipamentele și ustensilele utilizate pentru igienizare trebuie identificate corespunzător pentru evitarea utilizării accidentale și contaminarea produsului finit.

Sistemul de igienizare trebuie proiectat astfel încât să satisfacă scopului propus.

Trebuie prevăzute facilități adecvate pentru spălarea alimentelor, echipamentelor și ustensilelor. Trebuie să existe un sistem adecvat de furnizare a apei potabile calde și reci

Pentru efectuarea unei igienizării corespunzătoare trebuie să existe încăperi și instalații adecvate.

Trebuie să existe un sistem continuu de furnizare a apei potabile reci și calde.

Grupurile sanitare și facilitățile pentru igiena personalului trebuie să fie adecvate și să prevină contaminarea produsului.

Facilitățile pentru igiena personală trebuie să fie adecvate scopului și să prevină contaminarea produsului.

Toți operatorii trebuie să intre în fabrică printr-o intrare separată, tip filtru prevăzut cu:

- încăpere pentru dezbrăcarea hainelor de stradă prevăzută cu cuiere sau dulapuri individuale;

- încăpere cu dușuri și chiuvete cu apă caldă și rece;

- încăpere pentru îmbrăcarea echipamentului de protecție.

Sistemul de control al temperaturilor trebuie astfel proiectat încât să corespundă scopului propus.

În funcție de natura operațiilor tehnologice trebuie să fie disponibile facilități adecvate pentru pasteurizare, sterilizare, refrigerare, congelare, precum și un sistem de monitorizare a temperaturilor și unde este necesar și monitorizarea temperaturii și umidității mediului ambiant.

Sistemul de ventilare precum și calitatea aerului trebuie să fie adecvate și să prevină contaminarea produsului.

Sistemul de ventilare natural sau mecanic trebuie:

- să reducă la minim posibilitatea contaminării aerului din ariile de producție;

- să mențină temperatura și umiditatea la valori constante;

Sistemul de ventilație trebuie să prevină apariția prafului, vaporilor și excesului de căldură. Ventilarea trebuie să fie adecvată astfel încât să prevină apariția condensului. Dacă sunt incluse sisteme de filtrare acestea trebuie să fie accesibile pentru inspecție, curățare și înlocuire.

Sistemul de iluminare

Lumina naturală sau artificială trebuie să fie disponibilă și corespunzătoare pentru toate ariile de producție. Intensitatea luminii va fi adaptată în funcție de natura procesului tehnologic. Sistemul de iluminare trebuie prevăzut cu un sistem de protecție pentru prevenirea contaminării.

Sistemul de iluminare trebuie să fie corespunzător. În cazul utilizării luminii naturale, ferestrele trebuie să fie dimensionate corespunzător și menținute în stare curată.

Nivelul general de iluminare trebuie să fie de 220 cu 540 lux/fiecare punct de inspecție, acolo unde are loc monitorizarea sau sortarea.

Aprovizionarea cu apă

Producătorul de bere are obligația asigurării apei curente reci pentru consum uman, corespunzătoare calitativ reglementărilor în vigoare, și a apei calde menajere, distribuită în condiții igienice oriunde este necesar și în cantități suficiente pentru acoperirea nevoilor tehnologice și pentru întreținerea curățeniei utilajelor, mobilierului și dotărilor.

Aprovizionarea cu apă potabilă trebuie realizată prin contractarea cu un producător autorizat care să garanteze: asigurarea calității și cantității adecvate conform cerințelor legale în vigoare, precum și monitorizarea atât de control cât și de audit în laboratoare înregistrate la Ministerul Sănătății.

Toate tipurile de apă folosită ca sursă în industria băuturilor răcoritoare pentru fabricarea, procesarea, conservarea sau comercializarea produselor ori substanțelor destinate consumului uman, trebuie să fie potabilă.

În cazul utilizării unei surse proprii de apă, aprovizionarea realizată trebuie să garanteze: asigurarea calității adecvate conform cerințelor legale în vigoare, precum și monitorizarea atât de control cât și de audit în laboratoare înregistrate la Ministerul Sănătății Publice. Captarea trebuie să respecte condițiile din autorizația de gospodărire a apelor.

Se vor institui perimetrele de protecție sanitară, conform prevederilor în vigoare.

Se vor asigura procedeele de tratare adecvate, astfel încât calitatea apei utilizate să corespundă cerințelor legale în vigoare.

Se va asigura monitorizarea de control și de audit cu frecvențe adecvate în laboratoare înregistrate la Ministerul Sănătății Publice.

13.2. Igiena spațiilor

Menținerea într-o stare corespunzătoare a clădirilor și instalațiilor tehnologice.

Clădirile și instalațiile tehnologice trebuie:

- să permită aplicarea cu ușurință a procedurilor de igienizare;
- să funcționeze conform destinației;
- să prevină contaminarea alimentelor.

La construirea fabricilor de bere trebuie să se țină cont de cerințele regulamentelor de bună practică de producție astfel încât operațiile de producție, ambalare, depozitare, livrare să se realizeze corespunzător (fără încrucișări de fluxuri etc.) precum și de programele de igienizare.

Elaborarea și implementarea unor proceduri și metode de igienizare. Igienizarea poate fi realizată prin utilizarea simplă sau combinată a metodelor fizice sau chimice (prin utilizarea de detergenți alcalini sau acizi) sau a altor metode.

Metodele de igienizare aplicate și materialele utilizate sunt specifice fiecărei industrii de băuturi răcoritoare

Operația de igienizare trebuie să îndepărteze reziduurile și murdăria care poate constitui o sursă de contaminare.

Procedurile de igienizare constau în:

- îndepărtarea brută a resturilor de pe suprafețe;
- aplicarea soluțiilor de detergenți pentru îndepărtarea murdăriei;
- spălarea cu apă pentru îndepărtarea murdăriei și reziduurilor de detergent;
- curățarea uscată sau alte metode corespunzătoare pentru îndepărtarea și colectarea reziduurilor și resturilor

Substanțele chimice de igienizare trebuie manipulate și utilizate cu atenție, în acord cu instrucțiunile producătorului și depozitate în spații separate de alimente în containere marcate clar, pentru evitarea riscului de contaminare a alimentelor

Elaborarea și implementarea unor programe de igienizare pentru toate spațiile de producție, spații adiacente spațiilor de producție precum și pentru utilaje și instalații.

Programele de igienizare trebuie să asigure că toate echipamentele și utilajele sunt curățate, spălate și dezinfectate în mod corespunzător.

Programele de curățare și dezinfectare trebuie monitorizate continuu și efectiv pentru verificarea eficacității lor și, unde este necesar documentate

Acolo unde sunt utilizate programe/instrucțiuni de igienizare scrise, obligatoriu acestea vor specifica următoarele:

- spațiile, părțile echipamentelor și ustensilele de curățat utilizate;
- responsabilitatea personalului pentru diferite sarcini;
- metodele aplicate și frecvența operației de igienizare;
- realizarea monitorizării operației de igienizare.

Monitorizarea și verificarea sistemului de igienizare

Sistemul de igienizare trebuie verificat și controlat periodic cu diverse mijloace cum ar fi inspecția, recoltarea de probe microbiologice ale mediului, ale suprafețelor de contact cu băuturile răcoritoare, recoltarea de probe din soluțiile de spalare și de dezinsecție pentru dozarea substanțelor active, etc.

13.3. Combaterea dăunătorilor

Elaborarea unei proceduri de combatere și control ale dăunătorilor

Dăunătorii reprezintă un pericol major pentru siguranța alimentelor.

Infestarea cu dăunători poate avea loc acolo unde există spații adecvate pentru pătrunderea din afară.

Pentru evitarea creării condițiilor adecvate pătrunderii dăunătorilor trebuie aplicate bunele practici de igienă.

O igienizare eficientă, o inspecție adecvată a materiilor prime și materialelor auxiliare, o bună monitorizare poate reduce probabilitatea de infestare și astfel limita nevoia de insecticide.

Pentru combaterea și controlul dăunătorilor trebuie elaborate o procedură și un plan care să cuprindă substanțele utilizate, responsabilitățile precum și frecvența dezinsecției și deratizării.

În cazul în care dezinsecția și deratizarea se realizează printr-un contract cu o firmă specializată este bine ca planul și procedura de combatere să fie elaborate în acord cu aceasta. Substanțele de dezinsecție și deratizare trebuie aplicate astfel încât să se evite contaminarea produselor.

Menținerea în stare bună a clădirilor și terenurilor pentru prevenirea accesului dăunătorilor

Clădirile/construcțiile trebuie menținute în stare bună pentru prevenirea accesului dăunătorilor și eliminarea spațiilor/locurilor potențiale de creștere. Găurile, canalele de scurgere și alte locuri pe unde dăunătorii pot avea acces trebuie sigilate. Plasele aplicate la ferestrele deschise, ușile și gurile de ventilatoare vor reduce probabilitatea de acces a dăunătorilor. Animalele trebuie, oriunde este posibil, excluse din zona fabricilor producătoare de băuturi răcoritoare. Sursele potențiale de hrană pentru insecte și rozătoare trebuie păstrate în containere rezistente la dăunători și / sau depozitate deasupra solului și depărtate de pereții încăperii. Spațiile interioare și exterioare clădirilor trebuie păstrate curate. Acolo unde este necesar, deșeurile trebuie depozitate în containere acoperite, rezistente la dăunători.

Monitorizarea și detectarea prezenței dăunătorilor.

Clădirile și spațiile înconjurătoare trebuie examinate regulat pentru depistarea infestării cu dăunători

Se recomandă verificarea și înregistrarea eficienței procedurilor de combatere și control al dăunătorilor, verificarea capcanelor cu o anumită periodicitate atât pentru insecte cât și pentru rozătoare.

În perioadele de invazie (primăvara și toamna) se recomandă o creștere a frecvenței de verificare a capcanelor.

Monitorizarea procedurilor de combatere și control al dăunătorilor poate fi realizată de responsabilul cu igiena. Foarte important este instruirea personalului în privința combaterii dăunătorilor.

13.4. Igiena personalului

Starea de sănătate a personalului

- Tot personalul care lucrează în unitățile de producție pentru fabricarea berii se angajează doar cu condiția atestării stării de sănătate prin control medical și analize de laborator înscrise în carnetul de sănătate.

- Personalul care activează în secțiile de producție cu contact direct sau indirect cu

materiile prime, semifabricate sau produse finite trebuie să efectueze periodic (trimestrial, semestrial sau anual, după caz) control medical privind starea de sănătate.

- Zilnic, la începerea programului de lucru, se efectuează de către șefi de secție sau de maiștri verificarea stării de sănătate a personalului prin vizualizare și întrebări referitor la posibilele afecțiuni potențial periculoase pentru contaminarea produselor alimentare. La această verificare se vor urmări:

- ✓ semnele de boală (infecții ale pielii, plăgi, abcese, panariții, dureri abdominale, senzații de vomă, stare febrilă, tuse, dureri în gât, scurgeri din urechi etc.);

- ✓ semne de oboseală fizică și avansată;

- ✓ prezența stări de ebrietate.

- Angajați bolnavi sau suspecți de îmbolnăvire nu vor avea acces în spațiul de producție, de transport sau depozitare a pâinii și a specialităților de panificație și vor fi trimiși la medic. Personalul va fi primit la lucru numai cu avizul medicului.

- Concluziile acestei verificări și ce acțiuni corective sau dispus se vor înregistra în fișe de monitorizare specifice.

- Personalul lucrător va fi instruit și obligat să aducă la cunoștința șefului ierarhic ori ce afecțiune digestivă, cutanată, respiratorie sau de altă natură care ar putea să favorizeze contaminarea produselor în timpul fabricației, iar în caz contrar, poarte răspunderea nedeclarării simptomelor.

- Orice persoană care are o tăietură sau o rană trebuie să înceteze lucrul, să izoleze rana cu pansamente sterile și apoi cu un sistem de protecție impermeabil, bine fixat vizibil (eventual puternic colorat) și permanent ținut sub observație pentru a nu se pierde în timpul desfășurării activității de producție.

Igiena corporală

- Accesul persoanelor în procesul de producție se face pe căi care nu se intersectează cu fluxul de producție prin vestiare în sistem filtru, dotate cu dușuri, toalete și spații separate pentru haine de stradă și pentru echipamente de protecție.

- Igiena corporală va fi asigurată prin efectuare de dușuri generale la începutul și sfârșitul fiecărui schimb, spălarea periodică a părului, spălarea și dezinfectarea mâinilor ori de câte ori este nevoie, întreținerea curățeniei unghiilor și purtarea echipamentului de protecție complet, în starea perfectă de curățenie, pe toată durata lucrului.

Echipamentul de protecție

- Purtarea echipamentului de protecție este obligatorie pe toată perioada desfășurării activității.

- Echipamentul trebuie să fie totdeauna complet și curat. Acest lucru trebuie verificat la începutul fiecărui schimb.

- Spălarea și dezinfectarea echipamentului de protecție se face conform instrucțiunilor specifice.

- Echipamentul de protecție se va purta numai în timpul desfășurării operațiilor tehnologice și numai în incinta spațiilor tehnologice.

14. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ

14.1. Generalități

Ergonomia muncii este cunoscută ca știință aparte în anii '50 și prezintă o treaptă superioară a organizării științifice a muncii. Fondatorul este F.Taylor, care a studiat principiile organizării locurilor de munca din punct de vedere științific. Noțiunea de ergonomie se traduce din limba greacă ca "ergos" – munca și "nomos" - legea naturală.

Ergonomia studiază problemele organizării locurilor de muncă, evidențiind factorul psihosocial, punând pe prim plan muncitorul cu complexul solicitărilor la locul de muncă în cadrul procesului de producție. Obiectul de studiu al disciplinei este sistemul om-solicitări din care fac parte motivația muncii, condițiile de muncă și de mediu, relațiile în colectiv, preocupări personale, etc.

Ergonomia este legata de mai multe științe cum ar fi: psihologie, sociologie, medicina muncii, protecția muncii, igiena muncii, antropometria, fiziologie, științele tehnice și economice. Primatul ergonomiei față de științele participante la constituirea acesteia nu se rezuma la faptul ca ea s-ar ocupa de un ansamblu format mecanic din părți dispersate și independente, ci la viziunea unitară și integratoare, organic structurata asupra problematicii omului în contextul activității sale.

Organizarea ergonomică urmărește scopul asigurării condițiilor necesare în organizarea procesului de producție în cadrul fiecărui loc de muncă în așa fel ca să se obțină o productivitate maximă a muncii, respectând principiile economiei mișcării și scutind muncitorul de oboseală inutilă.

14.2. Mijloace de muncă

14.2.1. Mijloace de muncă de mare complexitate

Mijloacele de muncă de mare complexitate sau, în unele situații, marea mecanizare au un rol determinant în procesele de producție.

Prezența acestora la un loc de muncă presupune analiza următoarelor aspecte: dotarea locului de muncă, amplasarea utilajelor, alimentarea cu energie, menținerea utilajelor în stare de funcțiune, stabilirea traseelor de deplasare, calitatea utilajelor.

Dotarea locului de muncă. Un nivel de productivitate sporit presupune și o dotare cu utilaje performante (pentru producție) sau o mecanizare complexă (pentru reparații, lucrări noi etc.).

Analiza dotării trebuie făcută ținând seama de:

- natura operațiilor de executat la locul de muncă;
- dotarea existentă și posibilitățile de suplimentare (ca număr, tip, performanțe);
- volumul lucrărilor de realizat (frecvența utilizării, gradul de încărcare etc.);
- costurile pe care le presupune o înlocuire a dotării actuale sau o completare a acesteia,

sub aspectul investiției inițiale și al costurilor de exploatare și întreținere.

Amplasarea utilajelor. Analiza trebuie să se refere la:

- folosirea economică a suprafeței atelierelor, terenului etc.;
- existența spațiilor pentru efectuarea întreținerii și reparațiilor;
- asigurarea spațiilor impuse de securitatea muncii, norme ISCIR etc.;
- desfășurarea comodă și fără riscuri a procesului de producție (de ex.: vizibilitate pentru cei care le manevrează, sisteme de comunicații etc.);

- satisfacerea întregii zone a locului de muncă unde procesul tehnologic impune utilizarea lor (de ex.: nu este permisă amplasarea unor instalații de ridicat dezaxate față de utilajele ce ar trebui manevrate sau a căror deplasare nu satisface execuția lucrărilor în punctele extreme).

Alimentarea cu energie. Sursele frecvente de energie sunt de natură electrică, dar pot fi și combustibili (pentru mijloace de transport, automacarale, buldozere etc.) sau aer comprimat (pentru lucrări sub apă, în subteran etc.).

Alimentarea cu energie presupune asigurarea unei surse corespunzătoare atât din punct de vedere calitativ (tensiune, tip de combustibil, presiune a aerului comprimat) cât și cantitativ (putere, masă, debit).

Menținerea utilajelor în stare de funcțiune. Dotarea existentă sau de viitor impune luarea măsurilor adecvate de mentenanță:

- stabilirea operațiilor de întreținere, a personalului executant și a materialelor necesare;
- existența formațiilor pentru realizarea reviziilor tehnice, a reparațiilor planificate și a celor accidentale;

14.3. Locul de muncă

Ergonomia locului de muncă are, în principal, rolul de a armoniza într-un tot unitar elementele locului de muncă (mijloacele de muncă, obiectele muncii și forța de muncă) în vederea asigurării condițiilor, care să permită executantului desfășurarea unei activități bune cu consum minim de energie și cu senzația de bună stare fiziologică.

Organizarea locului de muncă sta la baza organizării atelierelor, secțiilor și întreprinderii, întrucât de aceasta depinde în cea mai mare măsură consumul de timp de muncă pe fiecare operație sau produs, mărimea acestuia având un rol determinant asupra elementelor necesare organizării în timp și spațiu a proceselor de producție.

Prin loc de munca se înțelege suprafața sau spațiul în care muncitorul sau o echipa de muncitori acționează cu ajutorul uneltelor de muncă asupra obiectelor muncii în vederea extragerii sau transformării lor potrivit scopului urmărit.

După tipul de organizare a producției, locurile de muncă se clasifică în:

- Locuri de muncă pentru producția de unicate și de serie mică;
- Locuri de muncă pentru producția de serie mijlocie;
- Locuri de muncă pentru producția de serie mare și de masă

După gradul de mecanizare și de automatizare a producției, ele sunt:

- Locuri de muncă cu procese manuale;
- Locuri de muncă cu procese manual-mecanizate;
- Locuri de muncă cu procese mecanizate.

După numărul muncitorilor ele sunt: locuri de muncă individuale și colective.

După natura activității, locurile de muncă se pot clasifica în: locuri de muncă unde se desfășoară activități de bază și locuri de muncă cu activitatea de servire.

După poziția lor în spațiu locurile de muncă pot fi: fixe și mobile.

14.3.1. Etapele și principiile organizării ergonomice a locurilor de muncă în întreprinderi

Organizarea ergonomică a locului de muncă impune parcurgerea unor etape succesive: Documentarea și înregistrarea datelor necesare proiectării unui nou loc de muncă sau alegerea locului de muncă, care se justifică a fi analizat.

➤ Înregistrarea datelor necesare studiului constă în obținerea de informații privind organizarea locului de muncă (suprafața, mijloacele de muncă, forța de muncă, obiectul muncii și condițiile de mediu).

➤ Examinarea critică a situației existente se face cu ajutorul metodei interogative. Se urmărește eliminarea deficiențelor constatate și stabilirea soluțiilor îmbunătățite.

➤ Proiectarea organizării ergonomice a locului de muncă constă în proiectarea unor noi variante pe principii și reguli ergonomice, dintre care se alege varianta ce prezintă cele mai multe avantaje. În cazul acestei etape se disting următoarele faze: proiectarea variantelor de organizare a locului de muncă, calculul eficienței economice și alegerea variantei optime.

➤ Elaborarea normativelor sau normelor de muncă, etapă care are drept scop stabilirea consumului de muncă pentru realizarea elementelor procesului de muncă.

În vederea adaptării factorului uman la activitatea sa în proiectarea ergonomică a locului de muncă se va ține seama de dimensiunile antropometrice, dimensiuni care variază de la individ la individ în funcție de sex, zona geografică, regimul de viață, practicarea unor sporturi. În ce privește corpul omenesc în proiectarea locurilor de muncă este necesar de asigurat: poziția comoda a capului, stabilirea poziției corecte de muncă, înălțimea de lucru.

Principiile de organizare ergonomică a locurilor de muncă sunt următoarele:

➤ Economia mișcării ce permite scutirea angajatului de efort inutil, de îndepărtarea în timp a senzației de oboseală și menținerea la un nivel satisfăcător a disponibilității de lucru.

➤ Executarea concomitentă a activităților de supraveghere pasivă a funcționării utilajelor (desfășurării proceselor) și activității manuale.

➤ Executarea concomitentă a activității manuale cu ambele mâini.

➤ Deplasările pot fi reduse prin planificarea corectă a locului de muncă. Alegerea adecvată a amplasării utilajelor va permite micșorarea traiectoriei de deplasare.

➤ Folosirea gravitației.

14.3.2. Modalități de perfecționare a organizării ergonomice a locurilor de muncă

Direcțiile de perfecționare a organizării locurilor de muncă sunt următoarele:

1. Dotarea tehnică și organizatorică a locurilor de muncă. Prin dotare tehnică înțelegem asigurarea locului de muncă cu utilaj de performanță. Dotarea organizatorică presupune asigurarea cu mobilier de producție, mijloace de schimb informațional, semnalizare și control, etc.

2. Întreținerea și asistența tehnică a echipamentului. Mentenanța preventivă a echipamentului se efectuează în corespundere cu planul de reparații stabilit. Despre gradul și nivelul de întreținere al echipamentului se poate face concluzie prin estimarea ponderii timpului de funcționare utilă.

3. Aprovizionarea locurilor de muncă se va face ritmic, iar modul de aprovizionare centralizat sau descentralizat va depinde de procesul de producție, tipul producției, locul de muncă.

4. Planificarea locurilor de muncă constă în amplasarea rațională a echipamentului în așa fel ca deplasările în cadrul locului de muncă să fie de o durată și distanță cât mai mică. Astfel se va respecta principiul economiei mișcărilor.

5. Optimizarea condițiilor de muncă și de mediu.

6. Modul de organizare al echipelor individual sau colectiv. Specializarea și cooperarea activităților în echipă.

7. Regimul de muncă și odihnă. Se estimează normativul de timp pentru odihnă prin repartizarea acestuia sub formă de micropauze pe parcursul schimbului. Astfel, se poate menține la un nivel suficient productivitatea și disponibilitatea de lucru a executantului.

Sfaturi practice în perfecționarea organizării locurilor de muncă:

➤ Pe suprafața de lucru să se mențină numai materialele și dispozitivele care se utilizează în ziua respectivă.

➤ Să existe un loc definit și permanent pentru toate materialele;

➤ Materialele și instrumentele utilizate mai des se vor amplasa mai aproape, mai rar - mai departe de punctul de utilizare.

➤ Cutiile și containerele de alimentare prin gravitație să ofere materialele aproape de punctul de utilizare.

➤ Să se asigure condiții pentru perceperea vizuală satisfăcătoare, folosind iluminatul local.

➤ Înălțimea locului de muncă și a scaunului să permită alterarea pozițiilor în picioare și șezând.

- Să fie redus la minim numărul și varietatea echipamentelor și instrumentelor folosite.
- Să se asigure fiecărui muncitor mobilierul necesar proiectat din punct de vedere ergonomic.

14.3.3. Metode de evaluare a organizării locurilor de munca

Aprecierea situației organizării ergonomice a locurilor de muncă în întreprindere se efectuează în cadrul atestării locurilor de muncă sau oricând apare necesitatea evaluării. Atestările se petrec anual sau cel puțin odată în 3 ani.

Locurile de muncă se evaluează conform metodologiei alese de conducerea întreprinderii, nivelul organizatoric și calitatea normelor. Se estimează eficiența utilizării forței de muncă, corespunderea condițiilor existente cerințelor organizării ergonomice. Se completează un formular sub formă de certificat sau cartelă de atestare a locurilor de muncă.

Compartimentele de evaluare în cadrul atestării:

- Dotarea și deservirea locului de muncă (dotarea tehnică și organizatorică, aprovizionare, etc.).
- Planificarea locului de muncă și condițiile de muncă și mediu (regimul de muncă și odihnă, condiții de mediu etc.).
- Specializarea și cooperarea muncii (perfecționarea activității de servire, activitatea prin cumul, forma de organizare a muncii colectivă sau individuală, servirea mai multor utilaje).
- Normarea muncii (metode de stabilire a normelor, periodicitatea examinării normelor, intensitatea normelor, coeficientul integral al calității normelor de muncă).

În caz de neatestare a locului de muncă se elaborează un set de măsuri, care vor contribui la perfecționarea organizării locului de muncă în cauză, se numește responsabilul și termenul de executare. După o anumită perioadă de timp locul de muncă este supus din nou atestării.

BIBLIOGRAFIE

1. Banu, C., coordonator. *Manualul Inginerului de Industrie Alimentară*, vol. I și II, Editura Tehnică București, 1999.
2. Berzescu, P. ș.a. *Utilaje și instalații în industria berii și a malțului*, Editura Ceres , București 1985
3. Berzescu, P. ș.a. *Tehnologia berii și a malțului*, Editura Ceres, București, 1981
4. Cojocaru, C., ș.a. *Tehnologii în industria alimentară fermentativă*, EDP, București, 1977.
5. Heyse, K.U., coordonator. *Handbuch der Brauerei Praxis*, Editura Carl Getranke Fachverlag, 1996.
6. Kunze, W. *Technology brewing and malting*. Editura VLB Berlin, 1996.
7. Ioancea, L. și Kathrein, I. *Condiționarea și valorificarea superioară a materiilor prime vegetale în scopuri alimentare*, Editura Ceres, București ,1988.
8. Narziss, L. *Abriss der Bierbrauerei*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1980.
9. Petersen, H. *Brauerreianlagen* Ed. Hans Carl Nurenberg (Brauwelt Verlag), 1986
10. Padureanu, V. *Mașini și instalații pentru tehnologii alimentare fermentative. Fabricarea berii*. Editura Universității Transilvania Brașov, 2001.
11. Stroia, I. ș.a. *Utilaje pentru industria malțului și a berii*, Editura Cison, București, 1998.
12. * * * Prospecte ale firmei FILTROX
13. * * * Prospecte ale firmei ZIEMANN